



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

**LINHA DE COSTA E FAIXA DE PROTEÇÃO À EROSÃO
COSTEIRA: ESTUDO DE CASO NAS PRAIAS DO SACO, DO
ABAÍE E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE**

João Paulo da Silva Santos

Orientadora: Dra. Ana Cláudia da Silva Andrade
Coorientador: Dr. Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias

São Cristóvão-SE
2019

João Paulo da Silva Santos

**LINHA DE COSTA E FAIXA DE PROTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA:
ESTUDO DE CASO NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAÍS E DA CAUEIRA,
SUL DE SERGIPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências.

Orientadora: Dra. Ana Cláudia da Silva Andrade

Coorientador: Dr. Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

São Cristóvão–SE
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237l Santos, João Paulo da Silva
Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira: estudo de caso nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe / João Paulo da Silva Santos; orientadora Ana Cláudia da Silva Andrade. – São Cristóvão, SE, 2019.
61 f.: il.

Dissertação (mestrado em Geociências e Análise de Bacias) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Geociências. 2. Erosão de praias – Estudo de casos. 3. Costa – Proteção – Estudo de casos. 4. Praias – Sergipe. I. Andrade, Ana Cláudia da Silva, orient. II. Título.

CDU 551.435.36(813.7) (078.7)

**LINHA DE COSTA E FAIXA DE PROTEÇÃO À EROSÃO
COSTEIRA: ESTUDO DE CASO NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAÍIS
E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE**

Por:





João Paulo da Silva Santos
(Geólogo, Universidade Federal de Sergipe – 2016)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de:

MESTRE EM GEOCIÊNCIAS

BANCA EXAMINADORA:

	Dra. Ana Cláudia da Silva Andrade [Orientadora – UFS]
	Dra. Daniela de Melo Apoluceno [Membro Externo – PETROBRAS/RJ]
	Dr. Luiz Alberto Vedana [Membro Interno – UFS]
	Dr. Wagner Souza-Lima [Membro Interno – UFS]

Data da Defesa: 30/04/2019

*Dedico este trabalho aos meus pais, por todo apoio, carinho e
dedicação durante todas as etapas de minha vida*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora profa. Dra. Ana Cláudia da Silva Andrade pelo suporte, paciência, orientação, “puxões de orelha”, dedicação e conhecimentos passados ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Pelo direcionamento dos meus passos na geologia desde a iniciação científica e pela idealização do tema dessa dissertação.

Ao meu coorientador prof. Dr. Paulo Sérgio de Rezende Nascimento, pelo suporte, críticas, revisões e conhecimentos prestados durante esse mestrado.

A banca examinadora de defesa de mestrado, aos professores doutores Daniela de Melo Apoluceno, Luiz Alberto Vedana e Wagner Souza-Lima pelas valiosas críticas, sugestões e contribuições.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias (PGAB), em especial aos professores Dr. Hebert Conceição, Dra. Maria de Lourdes da Silva Rosa e Dra. Adriane Machado pelo apoio, suporte e bom convívio durante o período desse mestrado.

Aos companheiros do Laboratório de Geologia Costeira e Ambiental (LACMA), Vanessa Silva, Eduardo Nascimento, Iaggo Correia e Luciana Jesus pelo bom convívio, sugestões e auxílios durante o período de mestrado.

À minha “irmã” científica, Laísa Peixoto Ramos, pela convivência, discussões, e compartilhamento das tensões durante o período de desenvolvimento do mestrado.

À Franciely Santos, Isabel Silva e Tatiane Silva, minhas “irmãs” da linha sedimentar, pela amizade e parceria durante os momentos tensos nas disciplinas do mestrado.

Ao técnico Wilker Rodrigues, pelo bom convívio, apoio e suporte dado durante os momentos necessários. À equipe de apoio do PGAB: Rosa, Maria, Leidmar e Aline pelo bom convívio durante os anos de mestrado.

Aos companheiros e colegas geólogos do PGAB: Diego Fernandes, Vinicius Lisboa, Rayane Gois, Hiakan Soares, Carlos Santana, Douglas Barreto, Fábio Pereira, Fábio Damasceno, Jailson Santos, Marcel Vinicius, José Wellington, Hugo Castro, Herbert Rezende, Erick Santos e muitos outros, pela boa convivência e bons momentos de discussões e distrações geológicas. A Fábio Pereira, um agradecimento especial, pelo auxílio dado durante a instalação do programa ArcGIS. Aos colegas geólogos Fabrício Fortes e Bruno Oliveira, pelo apoio e conhecimentos técnicos sobre o programa ArcGIS.

À Marcia Costa, Damares Medeiros, Tânia Sarasua, Ronan Abreu, Eduardo Cechinel e Marcos Nicolau, amigos que a vida me apresentou e alguns eu tive o prazer de conhecer, pelo apoio, bons conselhos e momentos de distrações antes e durante o período de mestrado.

Aos meus pais, Osias Souza Santos e Sueli Maria da Silva Santos por todo apoio e ensinamentos, em diversos momentos de minha vida, dos quais foram fundamentais para minha formação moral e aprimoramento como ser humano. Ao meu irmão Igor Pedro da Silva Santos pelo companheirismo. Ao Universo e aos meus antepassados que contribuíram para a minha existência.

Ao Condomínio de Laboratórios Multiusuários das Geociências (CLGeo) da Universidade Federal de Sergipe pela infraestrutura necessária ao desenvolvimento desta pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de mestrado (código 27001016) e ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e análises de Bacias da Universidade Federal de Sergipe – PGAB / UFS.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

A linha de costa do sul de Sergipe, limitada ao norte e ao sul pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real, apresenta comportamento de erosão, acumulação ou estabilidade. Os eventos de erosão costeira provocam danos nas estruturas antrópicas. Os métodos de contenção, a exemplo das faixas de proteção que necessitam de dados de taxa de variação da linha de costa, são recomendados para as áreas sob recuo. Desta forma, os objetivos deste trabalho foram identificar o comportamento da linha de costa e verificar a eficiência de faixas de proteção nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira no sul de Sergipe. A metodologia consistiu no(a): (i) análise multitemporal da linha de costa (1971 a 2017) com o uso de imagens de satélites e fotografias aéreas, (ii) cálculo da taxa e do envelope de variação da linha de costa, (iii) análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e da linha de costa situados na desembocadura dos rios Piauí/Real e (iv) análise da eficiência do uso de faixas de proteção por dois métodos distintos: largura fixa de 33 m (método 1) e, largura obtida pela taxa de variação da linha de costa e pelo tipo de construção (método 2). Estas faixas, demarcadas na retaguarda da linha de costa de 1971, foram comparadas com a linha de costa de 2017. No período investigado, a taxa de variação da linha de costa, para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira foram de -14,8 a +13,6 m/ano, -0,15 a +2,02 m/ano e -0,37 a -2,44 m/ano, respectivamente. Os valores do envelope de variação foram de 57 a 409 m para a praia do Saco; de 19 a 95 m para a praia do Abaís e de 22 a 125 m para a praia da Caueira. O maior valor do envelope na praia do Saco refletiu a condição de elevada variabilidade morfológica em linhas de costa contíguas às desembocaduras fluviais. As praias investigadas apresentaram comportamento de acresção, estabilidade, erosão e erosão extrema. A análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e das linhas de costa corroborou a existência de influência da dinâmica do delta na configuração da linha de costa da praia do Saco. O cenário erosivo mais preocupante ocorreu e, ainda ocorre, na praia do Saco, que apresentou trechos com erosão extrema. As causas dos eventos erosivos são diversas e associadas ao balanço sedimentar negativo. A largura da faixa de proteção pelo método 1 teria evitado danos nas estruturas antrópicas das praias do Abaís e da Caueira, porém não teria sido suficiente na porção sul da praia do Saco. Por outro lado, o método 2 mostrou valores inferiores a 33 m apenas na praia do Abaís. Sendo assim, se as faixas de proteção (método 2) tivessem sido implementadas em 1971, muitos dos danos às estruturas antrópicas teriam sido evitados. Dessa forma, os dados deste trabalho servem de subsídios ao planejamento ambiental da área de estudo.

Palavras chave: análise multitemporal, taxa de variação, erosão costeira.

ABSTRACT

The southern shoreline of Sergipe, bounded north and south by the Vaza Barris and Piauí/Real river mouths, shows erosion, accumulation or stability behavior. Some coastal erosion events caused damage to anthropic structures. Coastal protection methods, such as setback lines that require shoreline change rate data, are suggested in areas of shoreline retreat. Thus, this work aims to identify the shoreline behavior and to verify the efficiency of setback lines on the Saco, Abaís and Caueira beaches, southern of Sergipe. The methodology consisted of: (i) multitemporal analysis of the shoreline (1971 to 2017) using satellite images and aerial photographs, (ii) calculation of shoreline change rate and envelope, (iii) analysis of ebb tidal delta and shoreline morphology located at the Piauí/Real rivers mouth, and (iv) efficiency analysis of the setback lines by two different methods: fixed width of 33 m (method 1) and, width obtained by shoreline change rate and construction type (method 2). These setbacks, marked on the back of 1971 shoreline, were compared to the 2017 shoreline. In the period investigated, the shoreline change rate of Saco, Abaís and Caueira beaches were - 14.8 to +13.6 m/year, -0.15 to +2.02 m/year and -0.37 to -2.44 m/year, respectively. The envelope variation values ranged from 57 to 409 m for the Saco beach; 19 to 95 m for Abaís and 22 to 125 m for Caueira beach. The greatest value of the envelope for the Saco beach reflected the high morphological variability on shorelines contiguous to river mouths. The investigated beaches presented accretion, stability, erosion and extreme erosion behavior. The combined analysis of ebb tidal deltas and shoreline morphology corroborated the influence of the delta dynamics on the Saco beach shoreline configuration. The worst erosive scenario occurred, and still occurs, on the Saco beach, which presented sectors with extreme erosion. The causes of erosive events are diverse and associated with negative sediment budget. The setback line width of method 1 would have prevented damage to anthropic structures on the Abaís and Caueira beaches, but it would not have been enough in the southern sector of the Saco beach. On the other hand, method 2 showed values less than 33 m only on the Abaís beach. Thus, if setback lines (method 2) had been implemented in 1971, many of the anthropic structures damages would have been prevented. In this way, the data of this paper serve as subsidies to the environmental planning of the study area.

Key words: multitemporal analysis, shoreline change rate, coastal erosion.

SUMÁRIO

Capítulo I:	Introdução.....	15
1.1	Apresentação.....	16
1.2	Objetivos.....	16
1.3	Localização da área.....	16
1.4	Métodos de trabalho.....	17
1.4.1	Mapeamento multitemporal da linha de costa.....	17
1.4.2	Cálculo da taxa de variação da linha de costa.....	18
1.4.3	Cálculo do envelope de variação da linha de costa.....	18
1.4.4	Análise da morfologia do delta de maré vazante e da linha de costa.....	18
1.4.5	Análise da eficiência do uso de faixas de proteção.....	19
1.5	Referências bibliográficas.....	19
Capítulo II:	Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe.....	21
2.1	Introdução.....	24
2.2	Caracterização da área de estudo.....	25
2.3	Materiais e métodos.....	27
2.4	Resultados e discussão.....	29
2.4.1	Envelope das variações da linha de costa.....	29
2.4.2	Taxas de variação e comportamento da linha de costa.....	31
2.4.3	Análise da morfologia dos deltas de maré vazante e da linha de costa.....	36
2.4.4	Análise da eficiência do uso de faixas de proteção.....	37
2.5	Conclusões.....	42
2.6	Referências bibliográficas.....	44
Capítulo III:	Considerações finais.....	50
Anexo I:	Diretrizes para a submissão do artigo.....	52
Anexo II:	Comprovante da submissão do artigo.....	57
Anexo III:	Justificativa de coautoria.....	60

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I: Introdução

Figura 1:	Localização da área de estudo no Brasil (A) e no Estado de Sergipe (B), com destaque para o litoral sul (C), que é limitado pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real e que engloba as praias do Saco e do Abais (Município de Estância) e da Caueira (Município de Itaporanga d'Ajuda)	17
-----------	--	----

Capítulo II: Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira nas praias do Saco, do Abais e da Caueira, sul de Sergipe

Figura 1:	Localização da área de estudo no Brasil (A) e no Estado de Sergipe (B), com destaque para o litoral sul (C), que é limitado pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real e que engloba as praias do Saco e do Abais (Município de Estância) e da Caueira (Município de Itaporanga d'Ajuda)	26
-----------	--	----

Figura 2:	Envelope da linha de costa nas praias do Saco (A), Abais (B) e Caueira (C), Sergipe, no período de 1971 a 2017. Em D, encontra-se a localização dessas praias. Os maiores valores de envelope ocorreram na praia do Saco, na área sob influência da desembocadura fluvial e dos deltas de maré vazante. As praias do Abais e da Caueira, situadas no meio do arco praial, apresentaram os menores valores de envelope.....	30
-----------	--	----

Figura 3:	Linhas de costa multitemporais (1971, 2004, 2013 e 2017) das praias do Saco (A), do Abais (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. Observe que na porção sul da praia do Saco a linha de costa recuou, enquanto na porção norte dessa praia predominou progradação no período investigado. Na praia da Caueira, o recuo foi mais acentuado entre 1971 a 2004, enquanto que na praia do Abais apresentou condição de estabilidade.....	31
-----------	---	----

Figura 4:	Taxa de variação da linha de costa pelos métodos da taxa do ponto de terminação (<i>end point rate</i> - EPR) e da regressão linear (LRR) para as praias do Saco (A), do Abais (B) e da Caueira (C). Observe que não houve grandes variações de valores obtidos entre os dois métodos utilizados nas três praias investigadas.....	33
-----------	---	----

Figura 5:	Comportamento da linha de costa, segundo a classificação de Luijendijk <i>et al.</i> (2018), para as praias do Saco (A), do Abaís (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. A praia do Saco mostrou comportamento de erosão (intensa, severa e extrema), estabilidade e acresção. A praia do Abaís mostrou comportamento de estabilidade e acresção. A praia da Caueira mostrou comportamento de estabilidade, erosão e erosão intensa.....	34
Figura 6:	Indicadores de erosão costeira na praia do Saco. (A) estrutura de contenção (enrocamentos de rochas) para proteção de residências. Observe que a praia em alguns pontos desaparece totalmente, mesmo na maré baixa em fevereiro de 2007. (B) e (C) destroços de estruturas antrópicas fevereiro de 2011 e de 2017, respectivamente. (D) presença de estrutura de contenção próxima a igreja (patrimônio histórico) em setembro de 2018. Fonte: Arquivo LACMA.....	35
Figura 7:	Indicadores de erosão costeira pretérita na praia do Abaís. (A) e (B) estruturas antrópicas parcialmente danificadas em fevereiro de 2011. (C) estruturas antrópicas parcialmente danificadas em setembro de 2018 e (D) evidências de recuperação natural da praia, com acumulação de sedimentos e praia seca, respectivamente, em setembro de 2018. Fonte: Arquivo LACMA.....	35
Figura 8:	Indicadores de erosão costeira na praia da Caueira. (A) e (B) presença de escarpa erosiva e destroços de estruturas antrópicas em outubro de 2011, respectivamente. (C) presença de escarpa erosiva com estruturas de contenção (enrocamentos de rocha) em setembro de 2018. (D) passarela de acesso à praia com indicação de placa de perigo em maré alta em setembro de 2018. Observe que em (A) e (B) inexistia praia seca na maré mais baixa. Em (C) e (D) na maré alta inexistia praia. Fonte: Arquivo LACMA	36
Figura 9:	Imagens do <i>timelapse</i> do <i>Google Earth Engine</i> para a praia do Saco, no período de 1984 a 2016 mostrando a presença de barras emersas e submersas (delta de maré vazante) em frente à desembocadura dos rios Real/Piauí. (A) e (B) aproximação das barras arenosas submersas e acresção na praia do Saco e na ponta de Mangue Seco. (C) barras arenosas submersas tornam-se novamente visíveis (D) surgimento de feição cuspidada no norte da praia do Saco e início de erosão na ponta de mangue seco. (E) as barras se localizam dentro da desembocadura. (F) estabilização das barras e ressurgimento da feição cuspidada na praia do Saco. (G) as barras diminuem de tamanho e desaparecem, mas sem alteração em ambas as praias. (H) reaparecimento das barras e aparecimento do pontal arenoso na praia do Saco.....	38

Figura 10:	Desenho esquemático mostrando os modelos de evolução e comportamento do delta de maré vazante descritos por Fitzgerald (1988). (A) Interações entre as barras emersas e submersas com a costa, em canais estáveis. (B) Modificações na costa e no canal pelo rompimento do delta de maré vazante. Fonte: Adaptado de Fitzgerald (1988). A desembocadura do rio Real/Piauí e o delta de maré vazante seguem predominantemente um modelo misto, entre os modelos mostrados em A e em B.....	39
Figura 11:	Desenho esquemático do cenário de uma praia bordejada por dunas contendo estruturas de contenção (A, B e C) e fotografia de campo com enrocamentos de rochas constituídos por blocos soltos na praia do Saco em setembro de 2018 (D). As dunas constituem estoques de sedimentos para a praia em situações de erosão (A). A estabilização da linha de costa em recuo, com enrocamentos de rocha, permite que parte da energia das ondas seja absorvida e parte refletida (B). A reflexão de ondas provoca uma corrente que remove os sedimentos da sua base. A presença de estruturas de contenção impede a alimentação de sedimentos da duna para a praia. Com a ação contínua da reflexão de ondas e a remoção de sedimentos da praia ocorre o rebaixamento do nível da praia, sem permitir a sua recuperação (C). A praia pode desaparecer por completo independente do estágio da maré ou apenas na maré alta, como ocorreu em trechos da praia do Saco. A foto mostra que não existe praia seca (D). Fonte: Figura modificada de Bird (2008) e Arquivo LACMA.....	40
Figura 12:	Trechos com enrocamento de rochas na praia da Caueira. Observe que não existe faixa de areia durante a maré alta. Fonte: Arquivo LACMA.....	40
Figura 13:	Representação da faixa dos 33 metros, correspondente aos terrenos de marinha, a partir da linha de costa de 1971 nas praias do Saco (A), do Abaís (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. Observe que na porção sul da praia do Saco essa largura seria insuficiente. Na porção norte da praia do Saco, praia do Abaís e na praia da Caueira, a ocupação atual cobre toda extensão da faixa.....	41
Figura 14:	Faixas de proteção para construções leves e pesadas com base no método aplicado no estado da Carolina do Norte, EUA. Praia do Saco: construção leve (A) e construção pesada (B); Praia do Abaís: construção leve (C) e construção pesada (D) e Praia da Caueira: construção leve (E) e construção pesada (F). Em G, encontra-se a localização dessas praias.....	43

LISTA DE TABELAS

Capítulo II: Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe

Tabela 1:	Envelope de variação da linha de costa para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe.....	30
Tabela 2:	Valores das taxas de variação da linha de costa para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe.....	34

LISTA DE SIGLAS

DSAS:	<i>Digital Shoreline Analysis System</i>
EPR:	<i>End Point Rate</i>
IPCC:	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
LRR:	<i>Linear Regression Rate</i>
LACMA:	Laboratório de Geologia Costeira, Marinha e Ambiental
MMA:	Ministério do Meio Ambiente
SCE:	<i>Shoreline Change Envelope</i>
SEMARH:	Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
PNGC:	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PROCOSTA:	Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa

CAPÍTULO I:

Introdução

1.1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado intitulada “Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira: estudo de caso nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe” tem como objetivo principal identificar o comportamento da linha de costa (erosão, estabilidade e acumulação) e verificar a eficiência de faixas de proteção à erosão costeira em três praias do litoral sul de Sergipe.

A dissertação de mestrado está estruturada da seguinte forma: Capítulo I (apresentação, objetivos, localização da área, métodos de trabalho, referências bibliográficas), Capítulo II (artigo científico), Capítulo III (conclusões), Anexo I (diretrizes para submissão do artigo), Anexo II (comprovante de submissão do artigo) e Anexo III (justificativa de coautoria).

O Capítulo II consiste em um artigo científico intitulado “Linha de costa e faixa de proteção à erosão costeira nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe”. Esse artigo está estruturado da seguinte forma: introdução, caracterização regional da área de estudo, materiais e métodos, resultados e discussão (envelope das variações da linha de costa, taxa de variação e comportamento da linha de costa, análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e das linhas de costa, análise da eficiência de faixas de proteção), considerações finais e referências bibliográficas.

O artigo científico será submetido à Revista Brasileira de Geomorfologia, que é dedicada à divulgação de artigos na área de geomorfologia, erosão, entre outras temáticas. Este periódico foi avaliado pela CAPES como estrato B2 e está indexado em diversas bases de dados científicos. Dessa forma, atende aos pré-requisitos do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da UFS.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consiste na identificação do comportamento (erosão, estabilidade e acumulação) e na verificação da eficiência de faixas de proteção nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira no sul de Sergipe.

Os objetivos específicos incluem:

- Analisar multitemporalmente a linha de costa;
- Calcular a taxa de variação da linha de costa;
- Calcular o envelope de variação da linha de costa;
- Identificar o comportamento da linha de costa (erosão, acreção e estabilidade);
- Analisar de forma conjunta a morfologia do delta de maré vazante e da linha de costa na desembocadura dos rios Real/Piauí;
- Analisar a eficiência de faixas de proteção (*setback lines*).

1.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada no setor sul do Estado de Sergipe, entre as latitudes 11°11'36'' e 11°23'03'' S e longitudes 37°09'00'' e 37°20'28'' W, e compreende três praias: duas oceânicas (praias da Caueira e do Abaís) e uma de desembocadura (praia do Saco). A praia da Caueira está localizada no Município de Itaporanga d'Ajuda, distando 41 km da capital Aracaju. As praias do Saco e Abaís estão localizadas no Município de Estância, a 70 e 49 km da capital sergipana, respectivamente.

O acesso para a área de estudo, saindo de Aracaju, é feito pela rodovia dos Naufragos, atravessando a ponte Joel Silveira sobre o rio Vaza-Barris e, em seguida, pela rodovia SE-100 até os acessos locais para cada praia (Figura 1). Sobre a desembocadura dos rios Piauí/ Real,

mais a sul da área, faz divisa com o Estado da Bahia. A ponte Gilberto Amado, localizada sobre esses rios faz a ligação entre os municípios de Estância e Indiaroba.

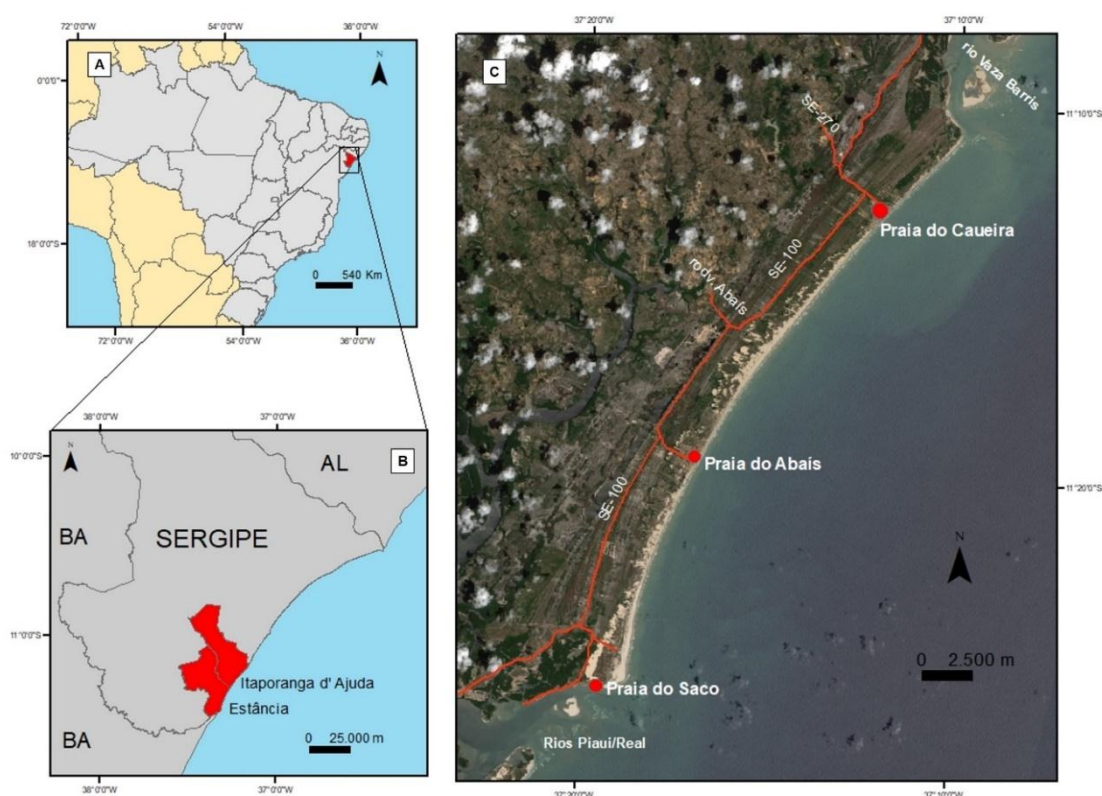


Figura 1 - Localização da área de estudo no Brasil (A) e no Estado de Sergipe (B), com destaque para o litoral sul (C), que é limitado pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real e que engloba as praias do Saco e do Abais (Município de Estância) e da Caueira (Município de Itaporanga d'Ajuda).

1.4 MÉTODOS DE TRABALHO

As etapas de trabalho englobaram: mapeamento multitemporal da linha de costa, cálculo da taxa de variação da linha de costa, cálculo do envelope da variação da linha de costa, análise conjunta da morfologia do delta de maré vazante e análise da eficiência do uso de faixas de proteção.

1.4.1 Mapeamento multitemporal da linha de costa

O mapeamento multitemporal consistiu na digitalização das linhas de costa de 1971, 2004, 2013 e 2017. Os indicadores de linha de costa mais utilizados no seu mapeamento englobam o limite entre o continente e a praia propriamente dita (*coastline* de BIRD, 2008, p. 3), que pode ser a base de uma falésia ou de duna voltada para o oceano, a linha de vegetação ou até mesmo uma estrutura antrópica e limite entre a praia seca e a praia úmida (*high tide shoreline* de BIRD, 2008, p. 3).

A linha de preamar máxima (*high tide shoreline*) é o indicador de linha de costa mais utilizado para o mapeamento, pois é de fácil observação em campo e em fotografias aéreas/imagens de satélite (SHOSHANY; DEGANI, 1992; PAJAK; LEATHERMAN, 2002; BOAK; TURNER, 2005; MAIO *et al.*, 2012). Segundo Ferreira *et al.* (2006), as limitações de uso da linha de preamar máxima estão relacionadas às interferências de curto prazo (maré de

sizígia ou de quadratura) e médio prazo (sazonalidade). Apesar da linha d'água (*shoreline*) variar com o estágio da maré (alta ou baixa), e a linha de costa (*coastline*) não variar com as marés (BIRD, 2008), este último não é de fácil mapeamento em áreas com dunas bordejando as praias, como é o caso da área de estudo. Dessa forma, o indicador de linha de costa utilizado neste trabalho foi a linha de preamar máxima.

1.4.2 Cálculo da taxa de variação da linha de costa

O cálculo da taxa de variação da linha de costa foi efetuado com o uso da extensão *Digital Shoreline Analysis System - DSAS* (THIELER *et al.*, 2009) do programa ArcGIS 10.2. A linha de base (*baseline*) foi colocada no continente (*onshore*), mais próxima possível do conjunto de linhas de costa mapeadas, conforme recomendado Thielier *et al.* (2009). A partir desta linha foram criados 35 transectos ortogonais à linha de costa, com equidistância de 200 m entre si em cada praia investigada.

As taxas de variação da linha de costa foram obtidas pelos métodos ponto de terminação (*end point rate - EPR*) e regressão linear (*linear regression rate - LRR*). As taxas expressas em metros/ano (m/ano) podem ser negativas, positivas e nulas, e indicam recuo, progradação e estabilidade da linha de costa, respectivamente (GALGANO; DOUGLAS, 2000). O método EPR considera apenas a linha de costa mais antiga e mais recente, ignorando os dados intermediários, que espacialmente podem ou não ter recuado ou avançado mais (SHEEJA; AJAY GOKUL, 2016). Esse método é obtido pela diferença, em metros, entre a linha de costa mais antiga e a mais recente, dividido pelo tempo (DOLLAN *et al.*, 1991; GALGANO; DOUGLAS, 2000; SHEEJA; AJAY GOKUL, 2016). O método LRR é considerado o método com melhores estimativas quantitativas para a análise multitemporal das linhas de costa por considerar todos os dados disponíveis, apresentando assim a sua linha de tendência (FOSTER; SAVAGE, 1989; CROWELL *et al.*, 1993; MAZZER; DILLENBURG, 2009; JONAH *et al.*, 2016).

A regressão linear, ao englobar todas as posições da linha de costa, agrega em seus cálculos os recuos ocasionados por processos de grande magnitude e, dessa forma, diminui os erros de medições observados no método EPR. Conforme mencionado nos trabalhos de Crowell *et al.* (1993), Galgano; Douglas (2000) e Fletcher *et al.* (2003), um maior número de linhas de costa deve ser utilizado para diminuir os “ruídos” das variações induzidas por sazonalidade, as quais, muitas vezes, não são computadas pelo método do EPR.

1.4.3 Cálculo do envelope de variação da linha de costa

O envelope da variação da linha de costa (*shoreline change envelope - SCE*) consiste na distância entre a linha de costa que mais recuou e a linha de costa que mais avançou (THIELER *et al.*, 2009; OYEDOTUN, 2014; JONAH *et al.*, 2016), ou seja, as linhas de costa espacialmente (e não temporalmente) extremas. O envelope foi obtido para as três praias investigadas com o uso da extensão DSAS (THIELER *et al.*, 2009) do programa ArcGIS 10.2. Para se obter uma melhor representação da figura do SCE, foram criados cerca de 300 transectos em cada praia.

1.4.4 Análise da morfologia do delta de maré vazante e da linha de costa

O delta de maré vazante e as linhas de costa contíguas, presentes na desembocadura dos rios Real/Piauí (OLIVEIRA, 2003; BITTENCOURT *et al.*, 2006; RODRIGUES, 2008 e DOMINGUEZ *et al.*, 2018), foram analisados de forma qualitativa, utilizando os mosaicos de imagens de satélite multitemporais (1984 a 2016) no aplicativo *Google Earth Engine*.

A análise multitemporal dessas imagens, com o uso da ferramenta *Timelapse*, possibilitou identificar as transformações ocorridas na área de estudo. A finalidade desse procedimento foi, portanto, avaliar a influência do crescimento e migração dos deltas de maré vazante no comportamento da linha de costa na praia do Saco.

1.4.5 Análise da eficiência do uso de faixas de proteção

A análise da eficiência do uso de faixas de proteção utilizou a linha de costa de 1971. A demarcação destas faixas teve como base dois métodos distintos: (i) método 1- largura fixa de 33 m. Este método se baseou no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (MMA, 2018), estabelecido pela lei federal 7.661 de 16 de maio de 1988, e ainda vigente no país, que definiu uma faixa marinha *non-aedificandi* de 33 m contados a partir da linha de preamar máxima de 1831. No entanto, não está claro na literatura (FREITAS, 2011; MMA, 2018) o tipo de controle utilizado na delimitação da linha de costa de 1831. Neste trabalho foi usada a linha de costa de 1971 com base para a delimitação das faixas de 33 m; (ii) método 2- tipo de construção (leve ou pesada) x taxa de variação da linha de costa. Este método foi adaptado daquele estabelecido na Carolina do Norte, EUA (MUEHE, 2001), o qual definiu para construções leves (barracas de praia, etc) e pesadas (casas, prédios, etc) faixas com valores de 30 e 60 vezes a taxa de variação da linha de costa, respectivamente.

As faixas de proteção são recomendadas principalmente para praias em erosão (LINHAM; NICHOLLS, 2010; SIMPSON *et al.*, 2012). Desta forma, foram utilizados os valores médios atuais das taxas de erosão para estipular a faixa de proteção para a linha de costa mais antiga (1971) de cada praia estudada. As faixas foram demarcadas nos locais em erosão, estabilidade ou pouca acreção, onde foram evidenciados eventos erosivos pretéritos. Estas faixas, demarcadas na retaguarda da linha de costa de 1971, foram comparadas com a ocupação humana mostrada nas imagens de satélite de 2017. Dessa forma, foi avaliada a capacidade de proteção dessas faixas, frente aos cenários erosivos observados na área investigada, caso fossem colocadas desde a linha de costa mais antiga.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRD, E. **Coastal geomorphology: an introduction**. Second ed. New York: John Wiley & Sons, 2008. 434p.
- BITTENCOURT, A.C.S.P; DOMINGUEZ, J.M.L; OLIVEIRA, M.B. (2006). Erosão e progradação do litoral brasileiro-Sergipe. In: MUEHE, D. (org.) **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: p. 213-218.
- BOAK, E.H; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4, p. 688-703, 2005. DOI: 10.2112/03-0071.1
- CROWELL, M; LEATHERMAN, S.P; BUCKEY, M, K. Shoreline change rate analysis: long term versus short-term data. **Shore and Beach**, v. 61, n. 1, p. 13-20, 1993.
- DOLAN, R; FENSTER, M.S; HOLME, S.J. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. **Journal of Coastal Research**, v. 3, n. 7, p. 723-744, 1991.
- DOMINGUEZ, J.M.L, GUIMARÃES, J.K, BITTENCOURT, A.C.S.P. Alagoas, Sergipe e Bahia (2018). In: MUEHE, D. (org.) **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: p. 341-432.
- FERREIRA, O; GARCIA, T; MATIAS, A; TABORDA, R; DIAS, J.A. An integrated method for the determination of set-backlines for coastal erosion hazards on Sandy shores. **Continental Shelf Research**, v. 1, n. 26, p. 1030-1044, 2006. DOI: 10.1016/j.csr.2005.12.016
- FLETCHER, C; ROONEY, J; BARBEE, M; LIM, S.C; RICHMOND, B. Mapping shoreline change using

digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. **Journal of Coastal Research**, SI, n. 38, p. 106-124, 2003.

FOSTER, E.R.; SAVAGE, R.J. (1989). Methods of historical shoreline analysis. In: MAGOON, O.T; CONVERSE, H.; MINER, D; TOBIN, L.T; CLARK, D (org.). **Coastal Zone**. American Society of Civil Engineers, New York: p. 4434-4448.

FREITAS, M. A. P. Zona costeira e meio ambiente: aspectos jurídicos. 5ª Reimpressão Curitiba: Juruá Editora, 2011. 231p.

GALGANO, F.A; DOUGLAS, B.C. Shoreline position prediction: method sand erros. **Environmental Geosciences**, v. 7, n. 1, p. 23-31, 2000. DOI: 10.1046/j.1526-0984.2000.71006.x

JONAH, F.E; BOATENG, I; OSMAN, A. SHIMBA, M.J; MENSAH, E.A; ADU-BOAHEN; CHUKU, E.O; EFFAH, E. Shoreline change analysis using end point rate and net shoreline movement statistics: an application to Elmina, Cape Coast and Moree section of Ghana's coast. **Regional Studies in Marine Science**, v. 7, n. 9, p. 19-31, 2016. DOI: 10.1016/j.rsma.2016.05.003

LINHAM, M. M; NICHOLLS, R.J. **Technologies for climate change adaptation: coastal erosion and flooding**. Denmark: UNEP, 2010. 150p.

MAIO, C.V.; GONTZ, A.M.; TENENBAUM, D.E.; BEKLAND, E.P. Costal hazard vulnerability assessment of sensitive historical sites on Rainsford Island, Boston harbor, Massachusetts. **Journal of Coastal Research**, v. 1, n. 28, p. 20-33, 2012. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00104.1

MAZZER, A.M; DILLENBURG, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. **Pesquisa em Geociências**, v. 36, n. 1, p. 117-135, 2009. DOI: 10.22456/1807-9806.17880

MMA (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE) (2018). **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa - PROCOSTA**. Ministério do Meio Ambiente. 34p.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites de orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2001.

OLIVEIRA, M.B. **Caracterização integrada da linha de costa do Estado de Sergipe – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2003. 102 p.

OYEDOTUN, T.D.T. Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis. **Geomorphological Techniques-British Society for Geomorphology**, v. 2, p. 3-12, 2014.

PAJAK, M.J; LEATHERMAN, S. The high-waterline as shoreline indicator. **Journal of Coastal Research**, v. 18, n. 2, p.329-337, 2002.

RODRIGUES T.K. **Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2008.79p.

SHEEJA, P.S; AJAY GOKUL, A. J. Application of Digital Shoreline Analysis System in coastal erosion assessment. International. **Journal of Engineering Science and Computing**, v. 6, n. 6, p. 7876-7883, 2016. DOI: 10.4010/2016.184

SHOSHANY, M; DEGANI, A. Shoreline detection by image processing of aerial photography. **Journal of Coastal Research**, v. 8, n. 1, p. 29-34, 1992.

SIMPSON, M.C; MERCER CLARKE, C.S.L; CLARKE, J.D; SCOTT, D. CLARKE, A.J. (2012) **Costal setbacks in Latin American and Caribbean: a study of emerging issues and trends that inform guidelines for coastal planning and development**. Inter-American Development Bank nº 476, 175p.

THIELER, E. R; HIMMELSTOSS, E.A; ZICHICHI, J.L; ERGUL, A. (2009). **The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change**. US Geological Survey Report nº 2008-1278, 79p.

CAPÍTULO II:

Linha de costa e faixa de proteção à erosão de costa nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe

LINHA DE COSTA E FAIXAS DE PROTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAÍS E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE

João Paulo da Silva Santos^{1,2}, Ana Cláudia da Silva Andrade^{1,2}, Paulo Sérgio de Rezende Nascimento^{2,3}, Vanessa Rodrigues Correia da Silva¹, Laísa Peixoto Ramos^{1,2}

¹Laboratório de Geologia Costeira e Ambiental (LACMA), ²Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias (PGAB), ³Laboratório de Geoprocessamento (LAGEO), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, Galpão das Geociências, CEP 49.100-000, São Cristóvão, Sergipe (jpaulo.ssantos@outlook.com; acsaa@ufs.br; psrn.geologia@gmail.com; nessarodrigues32@gmail.com; laisapeixoto@gmail.com)

Resumo

A linha de costa do sul de Sergipe, limitada ao norte e ao sul pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real, apresenta comportamento de erosão, acumulação ou estabilidade. Os eventos de erosão costeira provocam danos nas estruturas antrópicas. Os métodos de contenção, a exemplo das faixas de proteção que necessitam de dados de taxa de variação da linha de costa, são recomendados para as áreas sob recuo. Desta forma, os objetivos deste trabalho foram identificar o comportamento da linha de costa e verificar a eficiência de faixas de proteção nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira no sul de Sergipe. A metodologia consistiu no(a): (i) análise multitemporal da linha de costa (1971 a 2017) com o uso de imagens de satélites e fotografias aéreas, (ii) cálculo da taxa e do envelope de variação da linha de costa, (iii) análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e da linha de costa situados na desembocadura dos rios Piauí/Real e (iv) análise da eficiência do uso de faixas de proteção por dois métodos distintos: largura fixa de 33 m (método 1) e largura obtida pela taxa de variação da linha de costa e pelo tipo de construção (método 2). Estas faixas, demarcadas na retaguarda da linha de costa de 1971, foram comparadas com a linha de costa de 2017. No período investigado, a taxa de variação da linha de costa, para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira foram de -14,8 a +13,6 m/ano, -0,15 a +2,02 m/ano e -0,37 a -2,44 m/ano, respectivamente. Os valores do envelope de variação foram de 57 a 409 m para a praia do Saco; de 19 a 95 m para a praia do Abaís e de 22 a 125 m para a praia da Caueira. O maior valor do envelope na praia do Saco refletiu a condição de elevada variabilidade morfológica em linhas de costa contíguas às desembocaduras fluviais. As praias investigadas apresentaram comportamento de acreção, estabilidade, erosão e erosão extrema. A análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e das linhas de costa corroborou a existência de influência da dinâmica do delta na configuração da linha de costa da praia do Saco. O cenário erosivo mais preocupante ocorreu e, ainda ocorre, na praia do Saco, que apresentou trechos com erosão extrema. As causas dos eventos erosivos são diversas e associadas ao balanço sedimentar negativo. A largura da faixa de proteção pelo método 1 teria evitado danos nas estruturas antrópicas das praias do Abaís e da Caueira, porém não teria sido suficiente na porção sul da praia do Saco. Por outro lado, o método 2 mostrou valores inferiores a 33 m apenas na praia do Abaís. Sendo assim, se as faixas de proteção (método 2) tivessem sido implementadas em 1971, muitos dos danos às estruturas antrópicas teriam sido evitados. Dessa forma, os dados deste trabalho servem de subsídios ao planejamento ambiental da área de estudo.

Palavras chave: análise multitemporal, taxa de variação, erosão costeira.

SHORELINE AND COASTAL EROSION SETBACK LINES ON SACO, ABAÍS AND CAUEIRA BEACHES, SOUTHERN OF SERGIPE

Abstract

The southern shoreline of Sergipe, bounded north and south by the Vaza Barris and Piauí/Real river mouths, shows erosion, accumulation or stability behavior. Some coastal erosion events caused damage to anthropic structures. Coastal protection methods, such as setback lines that require shoreline change rate data, are suggested in areas of shoreline retreat. Thus, this work aims to identify the shoreline behavior and to verify the efficiency of setback lines on the Saco, Abaís and Caueira beaches, southern of Sergipe. The methodology consisted of: (i) multitemporal analysis of the shoreline (1971 to 2017) using satellite images and aerial photographs, (ii) calculation of shoreline change rate and envelope, (iii) analysis of ebb tidal delta and shoreline morphology located at the Piauí/Real rivers mouth, and (iv) efficiency analysis of the setback lines by two different methods: fixed width of 33 m (method 1) and, width obtained by shoreline change rate and construction type (method 2). These setbacks, marked on the back of 1971 shoreline, were compared to the 2017 shoreline. In the period investigated, the shoreline change rate of Saco, Abaís and Caueira beaches were - 14.8 to +13.6 m/year, -0.15 to +2.02 m/year and -0.37 to -2.44 m/year, respectively. The envelope variation values ranged from 57 to 409 m for the Saco beach; 19 to 95 m for Abaís and 22 to 125 m for Caueira beach. The greatest value of the envelope for the Saco beach reflected the high morphological variability on shorelines contiguous to river mouths. The investigated beaches presented accretion, stability, erosion and extreme erosion behavior. The combined analysis of ebb tidal deltas and shoreline morphology corroborated the influence of the delta dynamics on the Saco beach shoreline configuration. The worst erosive scenario occurred, and still occurs, on the Saco beach, which presented sectors with extreme erosion. The causes of erosive events are diverse and associated with negative sediment budget. The setback line width of method 1 would have prevented damage to anthropic structures on the Abaís and Caueira beaches, but it would not have been enough in the southern sector of the Saco beach. On the other hand, method 2 showed values less than 33 m only on the Abaís beach. Thus, if setback lines (method 2) had been implemented in 1971, many of the anthropic structures damages would have been prevented. In this way, the data of this paper serve as subsidies to the environmental planning of the study area.

Key words: multitemporal analysis, shoreline change rate, coastal erosion.

2.1 INTRODUÇÃO

A linha de costa é definida como o limite entre o continente e o oceano, sendo bastante dinâmica devido à atuação de processos oceanográficos associados à ação de ondas, correntes e marés (GALGANO; DOUGLAS, 2000; FLETCHER *et al.*, 2003; FITZGERALD; DAVIS JR, 2009). Em áreas contíguas à desembocadura fluviais, torna-se ainda mais dinâmica, apresentando elevada variabilidade morfológica devido à descarga fluvial, correntes geradas pelas ondas, correntes de maré e presença de deltas de maré vazante (HAYES *et al.*, 1970; OERTEL, 1972; FITZGERALD, 1984; FITZGERALD, 1988; HARRISON *et al.*, 2016).

Deltas de maré vazante são acumulações de areia defronte a canais de maré e desembocaduras fluviais (FITZGERALD, 1984). Modificações na morfologia do delta de maré vazante e na orientação do canal de maré provocam ajustes na configuração da linha de costa, com alternância de erosão e acreção. As interações entre estas duas feições geomorfológicas (delta de maré vazante e linha de costa), de maneira geral, podem ser esquematizadas em três modelos descritos por Fitzgerald (1988): migração lateral e rompimento do pontal arenoso, processos em canais estáveis e rompimento do delta de maré vazante

Adicionalmente, a depender da disponibilidade de sedimentos, a linha de costa pode avançar ou recuar (FITZGERALD; DAVIS Jr, 2009, HAPKE *et al.*, 2009, PALMER *et al.*, 2011). O avanço ou progradação da linha costa ocorre quando a deposição de sedimentos excede a erosão, enquanto que o recuo ou retrogradação da linha costa ocorre quando a erosão é maior que a deposição (BIRD, 2008). Os episódios de avanço e recuo da linha de costa podem ocorrer em diversas escalas de tempo, desde diárias até seculares (GALGANO; DOUGLAS, 2000; FLETCHER *et al.*, 2003). Segundo Crowell *et al.* (1993), os estudos podem abordar escalas temporais de curto (até 10 anos), médio (de 10 a 60 anos) e longo prazo (acima de 60 anos).

Em função da ocupação humana crescente das zonas costeiras, os casos de recuo tornaram-se grandes problemas socioeconômicos decorrentes de perdas de estruturas antrópicas (FERREIRA *et al.*, 2006; BIRD, 2008; PALMER *et al.*, 2011). Com intuito de minimizar os danos socioambientais nestas áreas, são utilizados alguns métodos de proteção costeira: correção, acomodação e recuo (BIJLSMA, 1997; LINHAM; NICHOLLS, 2010; SIMPSON *et al.*, 2012, WEELE *et al.*, 2014). Os planos de correção servem para reduzir de forma natural ou artificial os danos socioeconômicos ocasionados pela erosão costeira severa. Estes planos são de dois tipos: com estruturas pesadas (molhes, espigões, enrocamentos quebra-mar etc.) e com estruturas leves (realimentação de praias, restauração de dunas etc.).

Os métodos de recuo restringem a ocupação humana, principalmente em áreas em retrogradação (BIJLSMA, 1997; KOMAR *et al.*, 2002). Dentre os métodos mais utilizados destacam-se as faixas de proteção (*setback lines*), que constituem faixas estabelecidas da linha de costa até uma posição mais interna, na qual é limitada ou até proibida ocupações antrópicas (BIJLSMA, 1997, LINHAM; NICHOLLS, 2010; SANÓ *et al.*, 2011, SIMPSON *et al.*, 2012, JONGEJAN *et al.*, 2016). As faixas de proteção requerem, dentre outros dados, o conhecimento da taxa de variação da linha de costa (CROWELL *et al.*, 1993; GALGANO; DOUGLAS, 2000). Para isso, é necessário mapear a linha de costa em diferentes datas, ou seja, realizar a análise multitemporal dos processos erosivos e deposicionais da dinâmica costeira. No século passado, a extração da linha de costa era uma tarefa muito mais onerosa, com extensos trabalhos de campo e aquisição de fotografias aéreas (LUIJENDIJK *et al.*, 2018). A partir da década de 70, do século XX, começou-se a usar imagens de satélite de média resolução espacial, a exemplo do *Landsat* (FLORENZANO, 2002; MENESES; ALMEIDA, 2012; AZEVEDO *et al.*, 2016). Atualmente, além das imagens de satélite de alta resolução espacial, é possível se utilizar de modernas plataformas *online* com mosaicos de imagens de satélite em nuvem, como o *Google Earth Engine* - GEE (GORELIK *et al.*, 2017). Este aplicativo permite visualizar, de

forma multitemporal e contínua, as diversas modificações na superfície terrestre e, dessa forma, é possível avaliar com maior rapidez as mudanças na configuração da linha de costa (LUIJENDIJK *et al.*, 2018).

Luijendijk *et al.* (2018) apresentaram, ainda, uma classificação de comportamento da linha de costa: acreção ($> +0,5$ m/ano), estabilidade ($+0,5$ a $-0,5$ m/ano), erosão ($-0,5$ a -1 m/ano), erosão intensa (-1 a -3 m/ano), erosão severa (-3 a -5 m/ano), erosão extrema (>-5 m/ano). Em alguns trabalhos realizados no Brasil (ANGULO, 1993; MAZZER *et al.*, 2008, MAZZER; DILLENBURG, 2009) e no Mundo (FLETCHER *et al.*, 2003; HAPKE *et al.*, 2009; MAIO *et al.*, 2012; OYEDOTUN, 2014; MAHAPATRA *et al.*, 2014; JONAH *et al.*, 2016), os valores das taxas de variação (recoo e acreção) a médio e a longo prazo não excederam 10 m/ano. Entretanto, nos trabalhos de Sabatier *et al.* (2009), Kuleli (2010), Chaaban *et al.* (2012) e Hoang *et al.* (2015), foram encontradas taxas de variação superiores a 10 m/ano. As taxas superiores a 10 m/ano foram obtidas em praias arenosas próximas à desembocaduras fluviais ou canais de maré. E as taxas inferiores foram obtidas em praias arenosas oceânicas ou, próximas a falésias e promontórios rochosos.

Em Sergipe, esse tipo de abordagem foi realizado por Traini *et al.* (2012) no delta do São Francisco, onde o recoo da linha de costa ocorrido entre 1986 e 2001 atingiu valores até -98 m/ano, causando o desaparecimento do povoado do Cabeço. Jesus (2016) e Jesus; Andrade (2018) calcularam a taxa de variação da linha de costa contígua à margem direita da desembocadura fluvial do rio Sergipe, utilizando dados obtidos em perfis de praia e imagens de satélite para o período de 2007 a 2015. As taxas de variação negativas e positivas foram de no máximo -13 e $+18$ m/ano e de no mínimo $-0,5$ a $+1$ m/ano. Os maiores valores foram reportados para a linha de costa mais próxima da desembocadura do rio Sergipe, enquanto que os menores valores nos setores mais afastados. Adicionalmente, Jesus (2016) e Jesus; Andrade (2018) indicaram faixas de proteção para linha de costa contígua à desembocadura do rio Sergipe. Em outras regiões do estado, a exemplo do litoral sul, dados quantitativos sobre a variação da linha de costa são inexistentes.

O litoral sul de Sergipe tem registrado episódios de erosão costeira nas últimas décadas, com danos às estruturas antrópicas e ameaças ao patrimônio histórico, a exemplo da igreja centenária da Nossa Senhora da Boa Viagem (REDAÇÃO PORTAL A8, 2010; AGÊNCIA GOVERNO DE SERGIPE, 2018). As causas da erosão podem ser diversas, e nas desembocaduras fluviais têm sido atribuídas à dinâmica dos deltas de maré vazante (OLIVEIRA, 2003; BITTENCOURT *et al.*, 2006; RODRIGUES, 2008; OLIVEIRA, 2012 e DOMINGUEZ *et al.*, 2018).

Esses eventos erosivos motivaram a realização desse trabalho, cujos objetivos foram identificar o comportamento (erosão, estabilidade e acumulação) e verificar a eficiência de faixas de proteção nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira no sul de Sergipe.

A intensificação da erosão costeira, devido à elevação do nível do mar e ao aumento das tempestades, relacionada às mudanças climáticas previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC (FERREIRA *et al.* 2006; BIRD, 2008; PALMER *et al.*, 2011; IPCC, 2018 e MMA, 2018) pode agravar ainda mais este cenário. Dessa forma, esse trabalho fornece subsídios ao planejamento urbano e ambiental do litoral sul do Estado de Sergipe.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região costeira do Estado de Sergipe apresenta 168 km de extensão e o setor sul cerca de 1/3 deste valor. O litoral sul apresenta-se em forma de arco e é limitado ao norte e ao sul pelas desembocaduras dos rios Vaza-Barris e Piauí/Real, respectivamente.

A área de estudo está localizada entre as latitudes 11°11'36'' e 11°23'03'' S e longitudes 37°09'00'' e 37°20'28'' W, e compreende três praias: duas oceânicas (praias da Caueira e do Abaís) e uma de desembocadura (praia do Saco). A praia da Caueira está localizada no Município de Itaporanga d'Ajuda, distando 41 km da capital Aracaju. As praias do Saco e Abaís estão localizadas no Município de Estância, a 70 e 49 km da capital sergipana, respectivamente.

O acesso para a área de estudo, saindo de Aracaju, é feito pela rodovia dos Náufragos, atravessando a ponte Joel Silveira sobre o rio Vaza-Barris e, em seguida, pela rodovia SE-100 até os acessos locais para cada praia (Figura 1). A desembocadura dos rios Piauí/ Real, mais a sul da área, faz divisa com o Estado da Bahia. A ponte Gilberto Amado, localizada sobre esses rios faz a ligação entre os municípios de Estância e Indiaroba. As três praias estão inseridas na Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul (SEMARH, 2016).

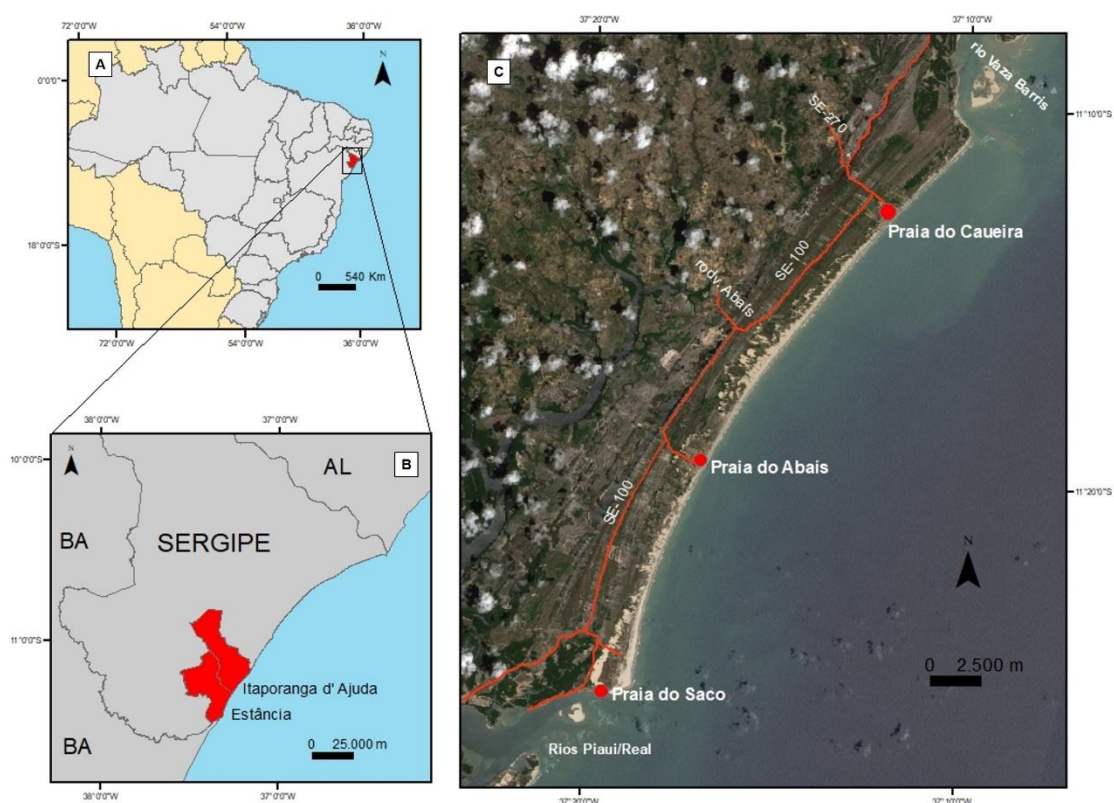


Figura 1 - Localização da área de estudo no Brasil (A) e no Estado de Sergipe (B), com destaque para o litoral sul (C), que é limitado pelas desembocaduras dos rios Vaza Barris e Piauí/Real e que engloba as praias do Saco e do Abaís (Município de Estância) e da Caueira (Município de Itaporanga d'Ajuda).

A linha de costa de Sergipe é bordejada por uma planície costeira quaternária que apresenta cerca de 5 km de largura. A planície costeira compreende unidades geológico-geomorfológicas do Pleistoceno e Holoceno, tais como: terraços marinhos, depósitos flúvio-lagunares, depósitos de mangue, depósitos de leques aluviais e depósitos eólicos (BITTENCOURT *et al.*, 1983; DOMINGUEZ, 2006).

As marés são do tipo semi-diurnas, mesomarsés, com amplitudes máximas de cerca de 2 m (CPSE, 2018). As ondas são provenientes de N, E, S e NE, com altura entre 1 e 2 m no verão e 2 a 3 m no inverno (PIANCA *et al.*, 2010). Segundo Oliveira (2003) e Rodrigues (2014), os

dados de refração de onda mostraram que o transporte longitudinal no Estado de Sergipe é predominantemente de NE para SW. Entretanto, durante o inverno, ocorre inversão do sentido do transporte fluindo de SW para NE. Este fenômeno é visto em alguns trechos do litoral sergipano devido incidência das ondas de S e SSE, de maior energia, sendo observado em setores mais distantes das áreas de desembocadura fluvial (OLIVEIRA, 2003; RODRIGUES, 2014).

O aporte fluvial do rio São Francisco o sentido do transporte longitudinal favoreceram o comportamento predominantemente progradacional desta planície (DOMINGUEZ *et al.*, 1983; DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 1996; BITTENCOURT *et al.*, 2006; DOMINGUEZ, 2009; DOMINGUEZ *et al.*, 2016). A presença de feições que se assemelham a deltas de maré vazante nas desembocaduras dos rios Vaza-Barris e Piauí/Real foi reportada por Oliveira (2003), Bittencourt *et al.* (2006), Rodrigues (2008), Oliveira (2012) e Dominguez *et al.* (2018).

Esses rios fazem parte das bacias hidrográficas do Estado de Sergipe sendo o rio São Francisco o de maior vazão média em torno de 1.780 m³/s. Os demais rios apresentam vazão média pouco expressiva em torno de 10,60 a 22 m³/s (SEMARH, 2016).

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

As fotografias aéreas utilizadas nesse trabalho foram nas escalas de 1:70.000, do ano de 1971 (Serviço Aéreo Cruzeiro do Sul – SACS) e de 1:25.000 do ano de 2004 (Engenharia e Aerolevantamentos-ENGEFOTO). As imagens de satélite incluíram: *RapidEye* do ano de 2013 na órbita/ponto 243/3822 e 243/3923 com resolução espacial de 6,5 m e *Sentinel-2A*, do ano de 2017, na órbita/ponto 24L/XN. As imagens *Sentinel-2A* estão disponibilizadas, gratuitamente, pela plataforma eletrônica *Copernicus Open Access Hub* da Agência Espacial Europeia (*European Space Agency – ESA*). Adicionalmente foram utilizados mosaicos de imagens dos satélites *Landsat 7 e 8*, no período de 1984 a 2016, da ferramenta *timelapse* do aplicativo *Google Earth Engine*. Para o processamento e análise dos dados foi utilizado o programa ArcGIS 10.2 e sua extensão *Digital Shoreline Analysis System - DSAS* (THIELER *et al.*, 2009).

Os métodos compreenderam: (i) pré-processamento das fotografias aéreas e mapeamento multitemporal da linha de costa; (ii) cálculo da taxa de variação da linha de costa e do envelope de variação da linha de costa, (iii) análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e da linha de costa e (iv) demarcação de faixas de proteção na retaguarda da linha de costa de 1971 e comparação com a linha de costa de 2017.

Pré-processamento das fotografias aéreas e mapeamento multitemporal da linha de costa

O pré-processamento dos dados consistiu no georreferenciamento das fotografias aéreas de 1971, no programa ArcGIS 10.2, no datum *South American* (SIRGAS 2000) com base nas imagens *Sentinel2A*, com erro médio quadrático (RMS) de 0,084 m. As imagens *Sentinel-2A e RapidEye* são disponibilizadas georreferenciadas no datum WGS84, o qual possui base geodésica compatível ao Datum *South American - SIRGAS 2000*.

O mapeamento multitemporal consistiu na digitalização das linhas de costa de 1971, 2004, 2013 e 2017. Os indicadores de linha de costa mais utilizados no seu mapeamento englobam o limite entre o continente e a praia propriamente dita (*coastline* de BIRD, 2008, p. 3), que pode ser a base de uma falésia ou de duna voltada para o oceano, a linha de vegetação ou até mesmo uma estrutura antrópica e o limite entre a praia seca e a praia úmida (*high tide shoreline* de BIRD, 2008, p. 3).

A linha de preamar máxima (*high tide shoreline*) é o indicador de linha de costa mais utilizado para o mapeamento, pois é de fácil observação em campo e em fotografias aéreas/imagens de satélite (SHOSHANY; DEGANI, 1992; PAJAK; LEATHERMAN, 2002;

BOAK; TURNER, 2005; MAIO *et al.*, 2012). Segundo Ferreira *et al.* (2006), as limitações de uso da linha de preamar máxima estão relacionadas às interferências de curto prazo (maré de sizígia ou de quadratura) e médio prazo (sazonalidade). Apesar da linha d'água (*shoreline*) variar com o estágio da maré (alta ou baixa) e a linha de costa (*coastline*) não variar com as marés (BIRD, 2008), este último não é de fácil mapeamento em áreas com dunas bordejando as praias, como é o caso da área de estudo. Dessa forma, o indicador de linha de costa utilizado nesse trabalho foi a linha de preamar máxima.

Cálculo da taxa de variação e do envelope da linha de costa

O cálculo da taxa de variação da linha de costa foi efetuado com o uso da extensão *Digital Shoreline Analysis System* - DSAS (THIELER *et al.*, 2009) do programa ArcGIS 10.2. A linha de base (*baseline*) foi colocada no continente (*onshore*), mais próxima possível do conjunto de linhas de costa mapeadas, conforme recomendado por Thielier *et al.* (2009). A partir desta linha foram criados 35 transectos ortogonais à linha de costa, com equidistância de 200 m entre si em cada praia investigada.

As taxas de variação da linha de costa foram obtidas pelos métodos ponto de terminação (*end point rate* - EPR) e regressão linear (*linear regression rate* - LRR). As taxas expressas em metros/ano (m/ano) podem ser negativas, positivas e nulas, e indicam recuo, progradação e estabilidade da linha de costa, respectivamente (GALGANO; DOUGLAS, 2000).

O método EPR considera apenas a linha de costa mais antiga e mais recente, ignorando os dados intermediários que, espacialmente podem ou não ter recuado ou avançado mais (SHEEJA; AJAY GOKUL, 2016). Esse método é obtido pela diferença, em metros, entre a linha de costa mais antiga e a mais recente, dividido pelo tempo (DOLLAN *et al.*, 1991; GALGANO; DOUGLAS, 2000; SHEEJA; AJAY GOKUL, 2016). O método LRR é considerado o método com melhores estimativas quantitativas para a análise multitemporal das linhas de costa por considerar todos os dados disponíveis, apresentando assim a sua linha de tendência (FOSTER; SAVAGE, 1989; CROWELL *et al.*, 1993; MAZZER; DILLENBURG, 2009; JONAH *et al.*, 2016).

A regressão linear, ao englobar todas as posições da linha de costa, agrega em seus cálculos os recuos ocasionados por processos de grande magnitude e, dessa forma, diminui os erros de medições observados no método EPR. Conforme mencionado nos trabalhos de Crowell *et al.* (1993), Galgano; Douglas (2000) e Fletcher *et al.* (2003), um maior número de linhas de costa deve ser utilizado para diminuir os “ruídos” das variações induzidas por sazonalidade, as quais, muitas vezes, não são computadas pelo método do EPR.

O envelope da variação da linha de costa (*shoreline change envelope* - SCE) consiste na distância entre a linha de costa que mais recuou e a linha de costa que mais avançou (THIELER *et al.*, 2009; OYEDOTUN, 2014; JONAH *et al.*, 2016), ou seja, as linhas de costa espacialmente (e não temporalmente) extremas. O envelope foi obtido para as três praias investigadas com o uso da extensão DSAS (THIELER *et al.*, 2009) do programa ArcGIS 10.2. Para se obter uma melhor representação da figura do SCE, foram criados cerca de 300 transectos em cada praia.

Análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e da linha de costa

O delta de maré vazante e as linhas de costas contíguas, presentes na desembocadura dos rios Real/Piauí (OLIVEIRA, 2003; BITTENCOURT *et al.*, 2006; RODRIGUES, 2008 e DOMINGUEZ *et al.*, 2018), foram analisados de forma qualitativa, utilizando os mosaicos de imagens de satélite multitemporais (1984 a 2016) no aplicativo *Google Earth Engine*.

A análise multitemporal dessas imagens, com o uso da ferramenta *Timelapse*, possibilitou identificar as transformações ocorridas na área de estudo. A finalidade desse procedimento foi, portanto, avaliar a influência do crescimento e migração dos deltas de maré vazante no comportamento da linha de costa na praia do Saco.

Análise da eficiência do uso de faixas de proteção

A análise da eficiência do uso de faixas de proteção utilizou a linha de costa de 1971. A demarcação destas faixas teve como base dois métodos distintos: (i) método 1- largura fixa de 33 m. Este método se baseou no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (MMA, 2018), estabelecido pela lei federal 7.661 de 16 de maio de 1988, e ainda vigente no país, que definiu uma faixa marinha *non-aedificandi* de 33 m contados a partir da linha de preamar máxima de 1831. No entanto, não está claro na literatura o tipo de controle utilizado na delimitação da linha de costa de 1831 (FREITAS, 2011; MMA, 2018). Neste trabalho foi usada a linha de costa de 1971 como base para a delimitação das faixas de 33 m; (ii) método 2- tipo de construção (leve ou pesada) x taxa de variação da linha de costa. Este método foi adaptado daquele estabelecido na Carolina do Norte, EUA (MUEHE, 2001), o qual definiu para construções leves (barracas de praia, etc) e pesadas (casas, prédios, etc) faixas com valores de 30 e 60 vezes a taxa de variação da linha de costa, respectivamente.

As faixas de proteção são recomendadas principalmente para praias que estão sendo erodidas (LINHAM; NICHOLLS, 2010; SIMPSON *et al.*, 2012). Dessa forma, foram utilizados os valores médios atuais das taxas de erosão para estipular a faixa de proteção para a linha de costa mais antiga (1971) de cada praia estudada. As faixas foram demarcadas nos locais em erosão, estabilidade ou pouca acreção, onde foram evidenciados eventos erosivos pretéritos.

Estas faixas, demarcadas na retaguarda da linha de costa de 1971, foram comparadas com a ocupação humana mostrada nas imagens de satélite de 2017. Desse modo, foi avaliada a capacidade de proteção dessas faixas, frente aos cenários erosivos observados na área investigada, caso fossem colocadas desde a linha de costa mais antiga.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 Envelope das variações da linha de costa

Os dados de envelope da variação da linha de costa nas praias do Saco, Abaís e da Caueira estão mostrados na tabela 1 e na figura 2. O posicionamento da linha de costa no período de 1971 a 2017 teve variação média de $200,98 \pm 19,41$ na praia do Saco; $48,84 \pm 4,99$ na praia do Abaís e $71,11 \pm 5,12$ na praia da Caueira.

O maior valor médio do envelope e do desvio padrão verificados na praia do Saco (Tabela 1) estão relacionados à elevada variabilidade morfológica devido à proximidade da desembocadura dos rios Real/Piauí, conforme mostrado por Bittencourt *et al.* (2006) no litoral de Sergipe. Segundo Fitzgerald (1984), as linhas de costa em praias de desembocadura fluvial variam muito devido à dinâmica dos deltas de maré vazante e do canal fluvial. Por outro lado, os menores valores médios do envelope de variação foram encontrados nas praias do Abaís e da Caueira por situarem-se no meio do arco praial. Segundo Bittencourt *et al.* (2006), os arcos praias situados entre as desembocaduras dos principais rios encontram-se em equilíbrio dinâmico.

Tabela 1 – Envelope de variação da linha de costa para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe.

	Envelope de variação da linha de costa (m)				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Erro padrão
Praia do Saco	46,45	436,89	200,98	114,84	± 19,41
Praia do Abaís	21,32	100,61	48,84	29,52	± 4,99
Praia da Caueira	22,99	117,52	71,11	30,30	± 5,12

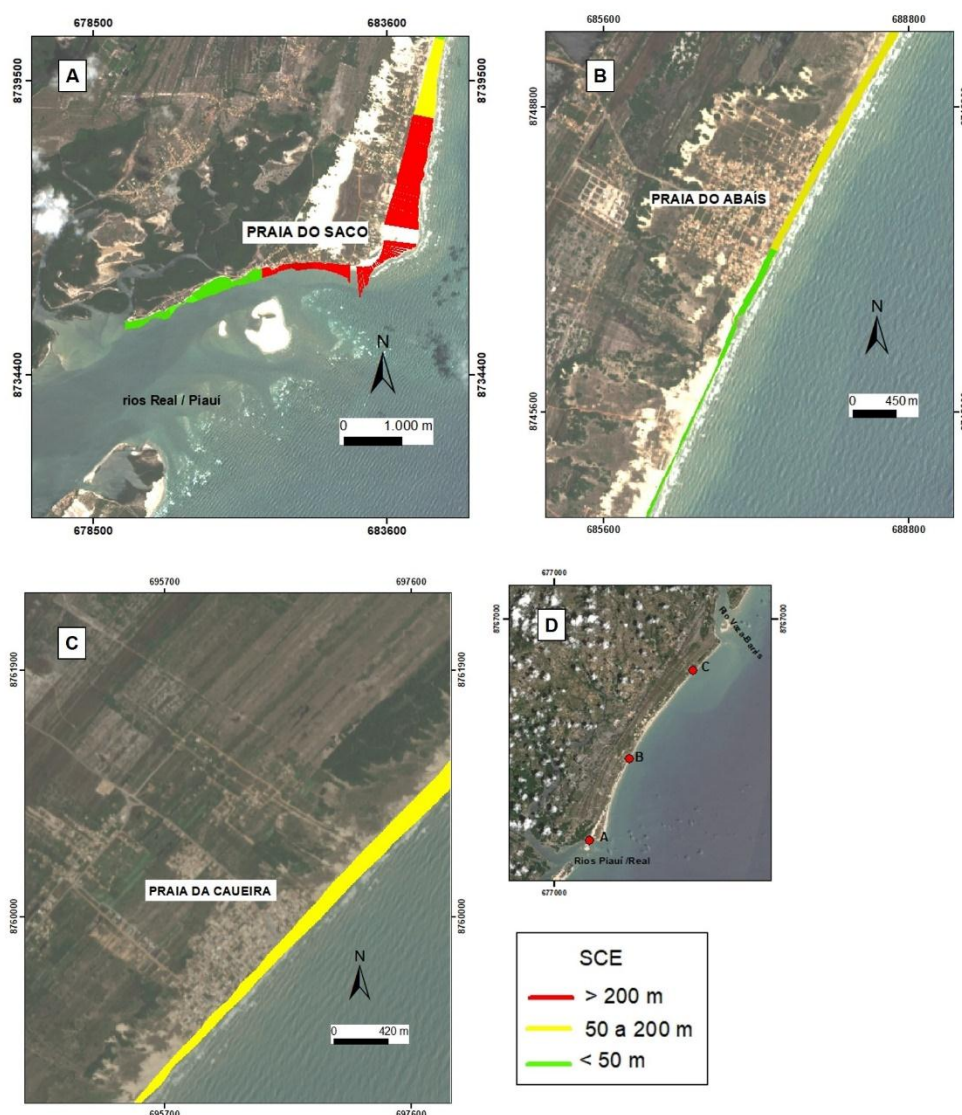


Figura 2 - Envelope da linha de costa nas praias do Saco (A), Abaís (B) e Caueira(C), Sergipe, no período de 1971 a 2017. Em D, encontra-se a localização dessas praias. Os maiores valores de envelope ocorreram na praia do Saco, na área sob influência da desembocadura fluvial e dos deltas de maré vazante. As praias do Abaís e da Caueira, situadas no meio do arco praial, apresentaram os menores valores de envelope.

2.4.2 Taxa de variação e comportamento da linha de costa

As linhas de costa dos anos de 1971, 2004, 2013 e 2017 das praias do Saco, do Abaís e da Caueira estão mostradas na figura 3.

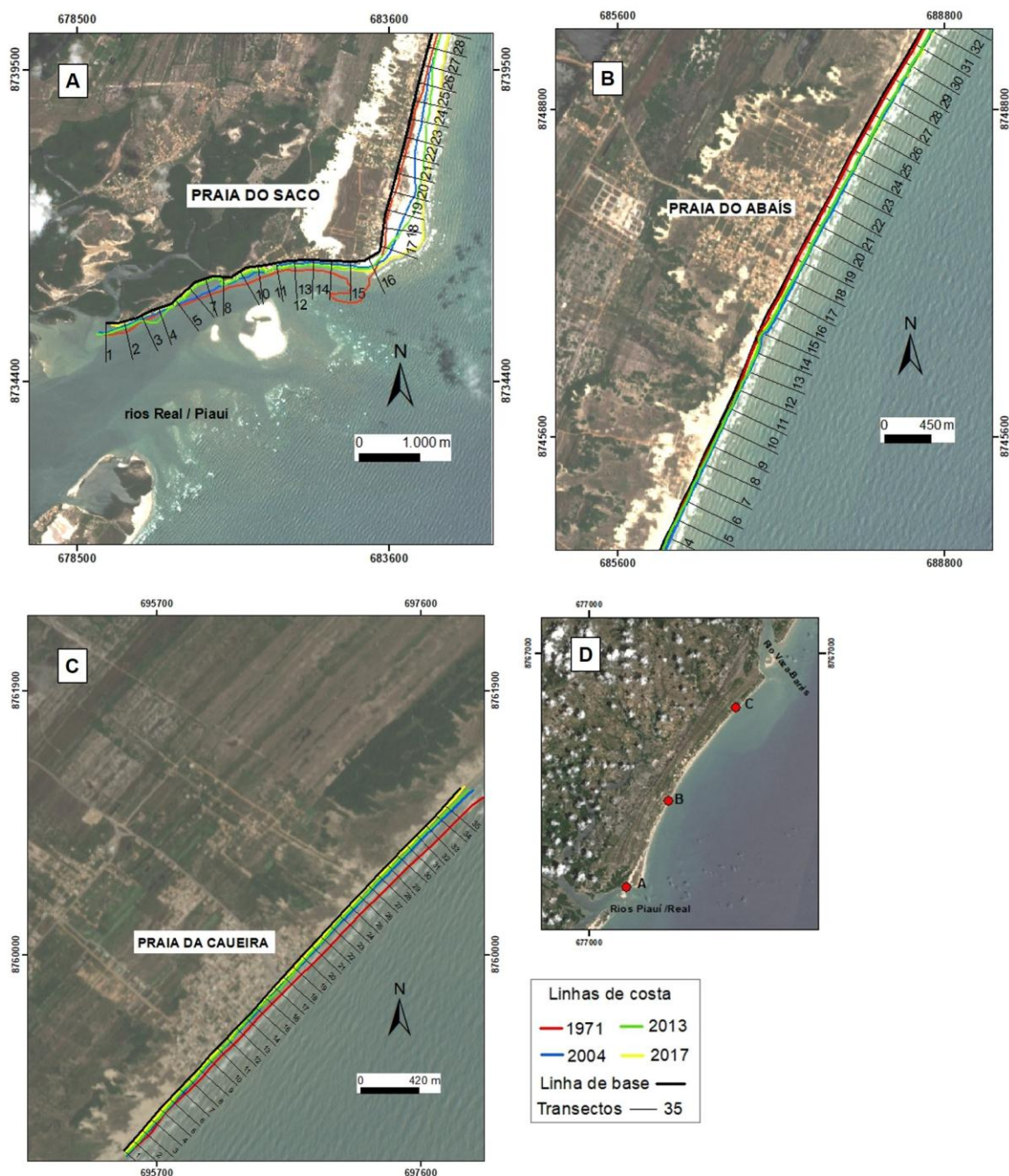


Figura 3 - Linhas de costa multitemporais (1971, 2004, 2013 e 2017) das praias do Saco (A), do Abaís (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. Observe que na porção sul da praia do Saco a linha de costa recuou, enquanto na porção norte dessa praia predominou progradação no período investigado. Na praia da Caueira, o recuo foi mais acentuado entre 1971 a 2004, enquanto que na praia do Abaís apresentou condição de estabilidade.

A linha de costa na praia do Saco apresentou taxas de variação de -11,9 a +12,8 m/ano pelo método EPR e de -14,8 a +13,6 m/ano pelo método da regressão linear (Figura 4A). Os valores positivos (acresção) e negativos (erosão) se concentraram, respectivamente, na porção mais afastada e na porção mais próxima da desembocadura dos rios Real/Piauí. A linha de costa na praia do Abaís apresentou taxas de variação de -0,13 a + 1,67 m/ano pelo método EPR e de -0,15 a +2,02 m/ano pelo método da regressão linear (LRR) (Figura 4B). A linha de costa na praia da Caueira apresentou taxas de variação de -0,5 a -2,55 m/ano e -0,37 a -2,44 m/ano pelos métodos EPR e LRR, respectivamente (Figura 4C). De forma geral, não ocorreu grande variação nos valores das taxas obtidas pelos métodos estatísticos EPR e LRR para as praias investigadas (Figura 4). Isso se deve, provavelmente, ao uso de fotografias aéreas/imagens de satélite de apenas quatro datas.

Os valores das taxas de recuo expostos nesse trabalho, de maneira geral, foram compatíveis com os valores observados na literatura (DOLAN *et al.*, 1991; CROWELL *et al.*, 1993; FLETCHER *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 2006; HAPKE *et al.*, 2009; MAIO *et al.*, 2012; FORD, 2013; OYEDOTUN, 2014) sendo inferiores a -10 m/ano. A exceção foi verificada na praia do Saco, cujas taxas de recuo foram superiores a -10 m/ano. Os valores das taxas observadas nessa praia foram equivalentes àqueles encontrados em linhas de costas de desembocaduras/embocaduras de rios/canais de maré como mostrado nos trabalhos de Sabatier *et al.* (2009), Kuleli (2010), Traini *et al.* (2012) e Hoang *et al.* (2015).

O comportamento da linha de costa, conforme mencionado anteriormente, foi baseado na escala de classificação descrita por Luijendijk *et al.* (2018). Na praia do Saco, em 48,57% do trecho estudado, ocorreu erosão (erosão intensa a erosão extrema), em 48,57% ocorreu acresção e em 2,86% ocorreu estabilidade (Tabela 2, Figura 5A). A praia do Abaís apresentou comportamento de estabilidade e de acresção em 60% e 40% do trecho estudado, respectivamente (Tabela 2, Figura 5B). Na praia da Caueira, 94,28% do trecho estudado foi de erosão (erosão e erosão intensa) e 5,72% de estabilidade (Tabela 2, Figura 5C).

Os eventos erosivos nas praias do Saco, do Abaís e da Caueira, ocorridos nas últimas décadas, provocaram a destruição parcial de estruturas antrópicas. Na praia do Saco, os indicadores de erosão consistiram de estrutura de contenção (enrocamentos de rochas) para proteção de residências (Figura 6A), destroços de estruturas antrópicas (Figuras 6B e 6C) e estrutura de contenção próxima à igreja (patrimônio histórico; Figura 6 D). Na praia do Abaís, os indicadores englobaram danos na praça principal (Figura 7A), destruição de parte do calçamento (Figuras 7B, 7C) e recuperação natural da praia (7D). Na praia da Caueira, a presença de escarpa erosiva próxima aos bares (Figura 8A), destroços de construções antrópicas (Figura 8B) e enrocamentos de rochas em escarpas erosivas (Figuras 8C e 8D) evidenciam a atuação da erosão costeira.

As causas naturais e antrópicas da acresção e erosão costeira estão sempre relacionadas com o balanço sedimentar, positivo e negativo, respectivamente. O balanço sedimentar negativo pode estar associado à ondas de maior energia (maiores alturas), intensificação ou divergência da deriva litorânea de sedimentos, entre outros, conforme reportado para o litoral sul de Sergipe por Oliveira (2003). No entanto, em função da escala desse trabalho, não foi verificada nenhuma correlação com os eventos de erosão observados nas praias investigadas. Outras possíveis causas do balanço sedimentar negativo do litoral sul de Sergipe estão associadas com a dinâmica do delta de maré vazante (OLIVEIRA, 2003; DOMINGUEZ *et al.*, 2016) e com reflexão de ondas em estruturas de contenção, que serão abordados nos próximos tópicos.

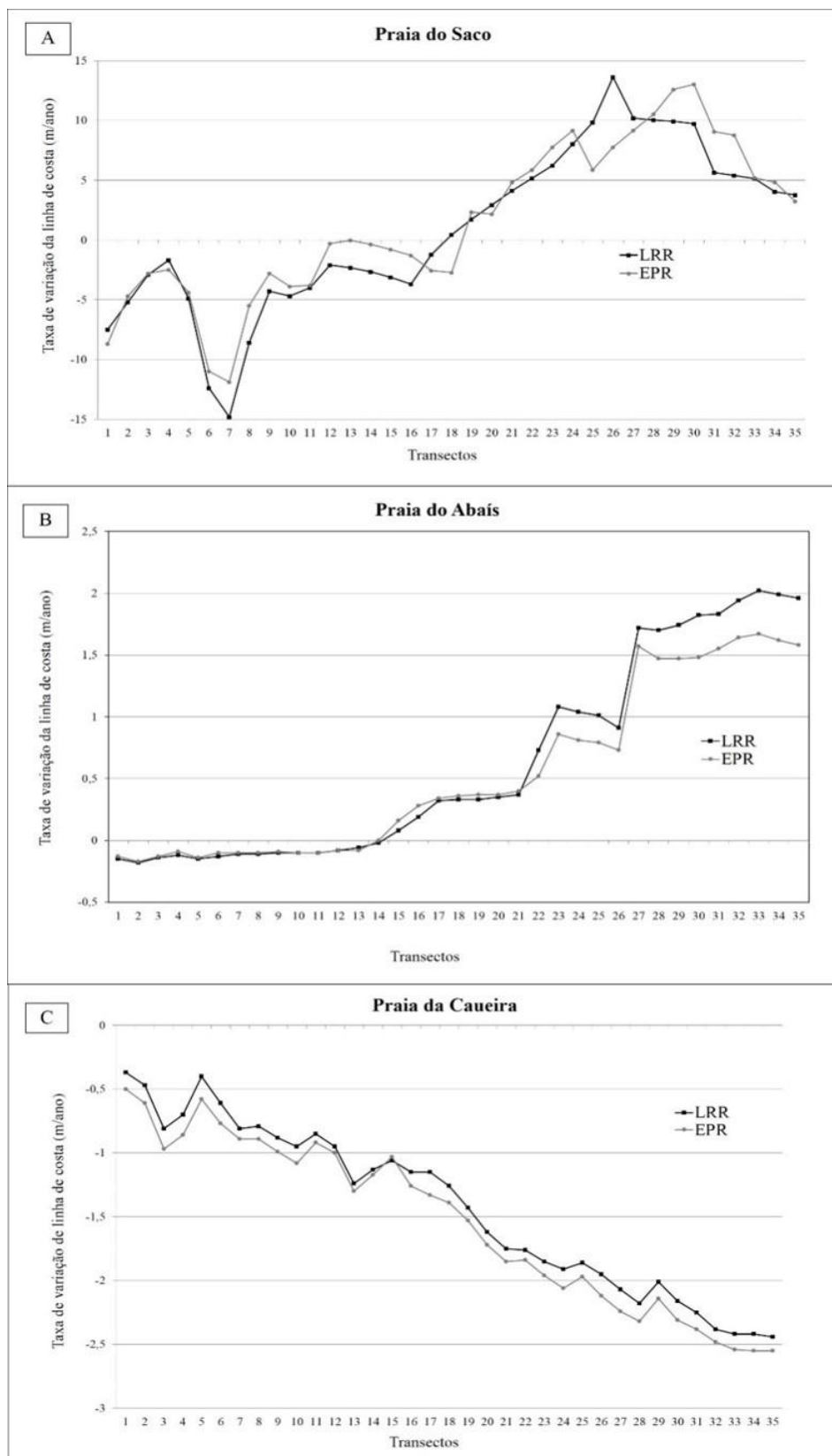


Figura 4 – Taxa de variação da linha de costa pelos métodos da taxa do ponto de terminação (end point rate - EPR) e da regressão linear (LRR) para as praias do Saco (A), do Abais (B) e da Caueira (C). Observe que não houve grandes variações de valores obtidos entre os dois métodos utilizados nas três praias investigadas.

Tabela 2 – Valores das taxas de variação da linha de costa para as praias do Saco, do Abaís e da Caueira, sul de Sergipe.

	Praia do Saco		Praia do Abaís		Praia da Caueira	
Taxa média de variação	+ 0,85		+ 0,62		- 1,43	
	dp: 6,84	ep: $\pm 1,16$	dp: 0,82	ep: $\pm 0,14$	dp: 0,65	ep: $\pm 0,11$
Taxa média de erosão	- 5,06		- 0,11		- 1,43	
	dp: 3,77	ep: $\pm 0,91$	dp: 0,04	ep: $\pm 0,01$	dp: 0,65	ep: $\pm 0,11$
Taxa média de acresção	+ 6,44		+1,18		-	
	dp: 3,51	ep: $\pm 0,83$	dp: 0,71	ep: $\pm 0,15$	-	-
Número de transectos (Total, erosão, acresção)	(35, 17, 18)		(35, 14, 21)		(35, 35, 0)	

dp: desvio padrão, ep: erro padrão, -: erosão, +: acresção.

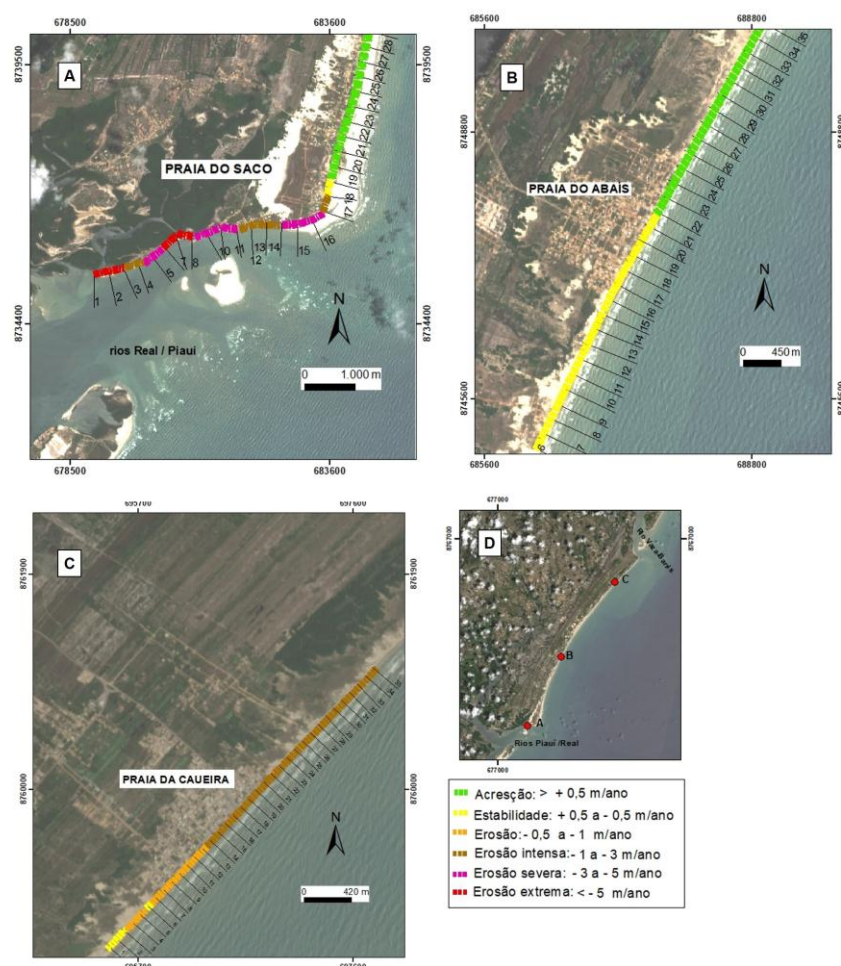


Figura 5 - Comportamento da linha de costa, segundo a classificação de Luijendijk et al. (2018), para as praias do Saco (A), do Abaís (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. A praia do Saco mostrou comportamento de erosão (intensa, severa e extrema), estabilidade e acresção. A praia do Abaís mostrou comportamento de estabilidade e acresção. A praia da Caueira mostrou comportamento de estabilidade, erosão e erosão intensa.

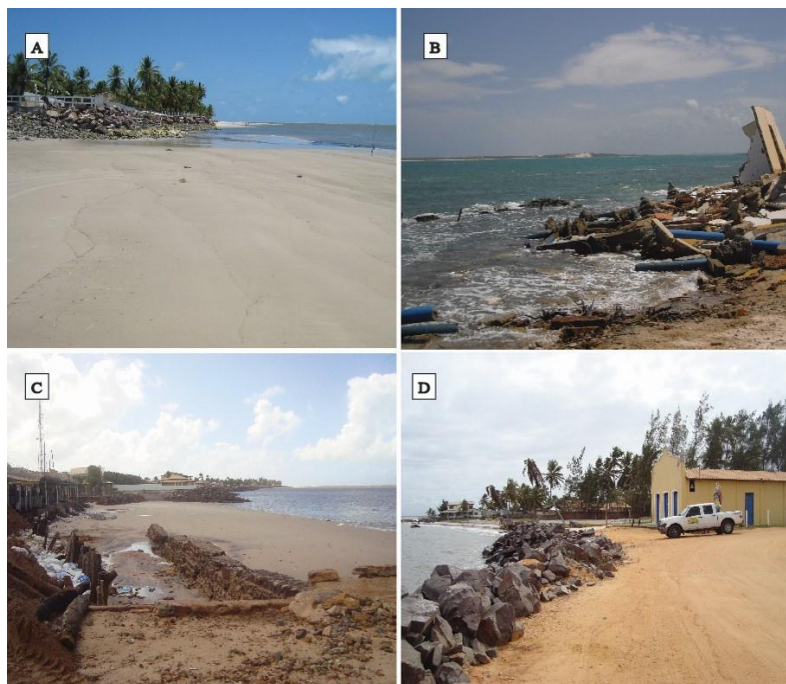


Figura 6 - Indicadores de erosão costeira na praia do Saco. (A) estrutura de contenção (enrocamentos de rochas) para proteção de residências. Observe que a praia em alguns pontos desaparece totalmente, mesmo na maré baixa (fevereiro de 2007). (B) e (C) destroços de estruturas antrópicas (fevereiro de 2011 e de 2017, respectivamente). (D) presença de estrutura de contenção próxima à igreja que constitui um patrimônio histórico (setembro de 2018). Fonte: Arquivo LACMA.



Figura 7 - Indicadores de erosão costeira pretérita na praia do Abaís. (A) e (B) estruturas antrópicas parcialmente danificadas (fevereiro de 2011). (C) estruturas antrópicas parcialmente danificadas (setembro de 2018) e (D) evidências de recuperação natural da praia, com acumulação de sedimentos e praia seca (setembro de 2018). Fonte: Arquivo LACMA.



Figura 8 - Indicadores de erosão costeira na praia da Caueira. (A) e (B) presença de escarpa erosiva e destroços de estruturas antrópicas (outubro de 2011), respectivamente. (C) presença de escarpa erosiva com estruturas de contenção do tipo enrocamentos de rocha (setembro de 2018). (D) passarela de acesso à praia com indicação de placa de perigo em maré alta (setembro de 2018). Observe que em (A) e (B) inexistia praia seca na maré mais baixa. Em (C) e (D) na maré alta inexistia praia. Fonte: Arquivo LACMA.

2.4.3 Análise da morfologia do delta de maré vazante e da linha de costa

A análise qualitativa da morfologia do delta de maré vazante (barras arenosas emersas e submersas em frente do canal do rio, formadas pela interação das correntes geradas por ondas e marés) e das linhas de costa na desembocadura dos rios Real/Piauí, realizada para o período de 1984 a 2016 está mostrada na Figura 9. No período de 1984 a 1989 (Figuras 9A e 9B), ocorreu acresção na ponta da praia do Saco e na ponta de Mangue Seco (Bahia), provavelmente em decorrência do acoplamento das barras arenosas submersas visíveis em 1984. O canal norte do rio está mais evidente em 1984. Entre 1989 e 1995 (Figuras 9B e 9C), as barras arenosas submersas tornam-se visíveis novamente e ocorreu erosão nas praias anteriormente mencionadas. De 1995 a 1998 (Figuras 9C e 9D), ocorreu erosão na ponta de Mangue Seco e a porção norte da praia do Saco apresentou-se na forma cuspidada.

A partir de 1998, as barras arenosas ficaram parcialmente emersas e o canal fluvial norte tornou-se mais evidente. As barras que em 1998 estavam situadas mais afastadas da costa, em 2003 estavam dentro da desembocadura, indicando uma migração da barra para oeste. O canal norte se estreitou em 2003. Na ponta de Mangue Seco e na ponta da praia do Saco ocorreu, respectivamente, erosão e acresção (Figuras 9D e 9E). De 2003 até 2011 (Figuras 9E, 9F e 9G), a barra emersa teve sua forma redistribuída e diminuiu de tamanho. Entre 2003 e 2006, as pontas de Mangue Seco e da praia do Saco erodiram, enquanto que uma nova feição cuspidada formou-se na praia do Saco. No período de 2006 a 2011, continuou o processo de erosão na ponta de Mangue Seco, enquanto que a porção norte da praia do Saco tornou-se novamente retilínea. As barras emersas coalesceram-se entre 2011 e 2016 (Figuras 9G e 9H). Na ponta de

Mangue Seco o processo erosivo prosseguiu. Na ponta da praia do Saco, entre 2015 e 2016, formou-se um pontal arenoso que foi acoplado à praia, promovendo a sua acreção.

Os 32 anos de análise com a ferramenta *timelapse* do *Google Engine* mostraram que, de uma forma geral, a linha de costa à barlar (updrift) e à sotamar (downdrift) da desembocadura dos rios Real/Piauí permaneceram predominantemente retilíneas, sem deslocamentos entre si (*offsets*). As barras, emersas e submersas, migraram para W, para a parte mais interna do canal. Esta migração ocasionou predominância de erosão na ponta de Mangue Seco e alternância de erosão e acreção na ponta da praia do Saco. A presença de pontal arenoso na ponta da Praia do Saco (Figura 9H) mostra aproximação e acoplamento das barras.

As interações entre os deltas de maré vazante e as linhas de costa adjacentes às desembocaduras dos rios supracitados, segundo Rodrigues (2008) e Dominguez *et al.* (2018), se adequaria ao modelo de evolução ocasionado pelo rompimento do delta de maré vazante (*ebb-tidal delta breaching*, Figura 10A), descrito por Fitzgerald *et al.* (1988). Este modelo descreve a migração do canal principal devido aos processos de construção e abandono de sub-deltas de maré vazante ou das variações na intensidade e no sentido da deriva longitudinal, promovida pelas ondas locais.

Alguns aspectos deste modelo foram observados na área de estudo, como o encurvamento do canal principal e a assimetria do delta de maré vazante. O canal principal, no entanto, manteve-se praticamente estável no período entre 1984 e 2016, contrapondo-se a Oliveira (2003), Rodrigues (2008) e Dominguez *et al.* (2018). Por outro lado, alguns aspectos do modelo processos de canais estáveis (*stable inlet processes*) também foram visualizados na área investigada (Figura 10 B), tais como: migração das barras do lado mais externo para o lado interno do canal entre 1998 e 2006; surgimento em 1998 e em 2006 de feições levemente cuspidadas que se assemelham a pontais incipientes; acoplamento de barras arenosas em 1984 e em 1989 na ponta de Mangue Seco e na ponta norte da praia do Saco, e crescimento e acoplamento de pontal arenoso em 2016 na praia do Saco. Desta forma, o comportamento do delta de maré vazante da área de estudo se dá por processos mistos entre os dois modelos descritos acima.

2.4.4 Análise da eficiência do uso de faixas de proteção

As linhas de costa das praias do Saco, do Abaís e da Caueira, no litoral sul de Sergipe, são bordejadas por sedimentos inconsolidados (dunas, por exemplo). Este material constitui estoque para alimentar a praia e a linha de costa, principalmente, em situações de erosão.

Em função do problema causado pela erosão costeira, com a destruição de estruturas antrópicas, parte das linhas de costa da área investigada foram protegidas por estruturas rígidas (enrocamentos de rochas paralelos e perpendiculares à linha de costa).

As estruturas que estão fixando e protegendo a linha de costa são constituídas por blocos soltos, que permite que parte da energia das ondas seja absorvida e parte refletida. A ação contínua da reflexão de ondas, com a remoção de sedimentos e o rebaixamento do nível da praia pode não permitir a sua recuperação e, com isso, a praia pode desaparecer por completo independente do estágio da maré, como ocorreu em trechos da praia do Saco (Figuras 11A a 11 D). Este cenário também foi observado em alguns trechos das praia da Caueira, onde nas marés altas, a faixa de areia também desapareceu (Figuras 12 A e 12 B). Conforme mencionado por Komar *et al.* (2002) e Bird (2008), as estruturas rígidas alteram a dinâmica costeira e podem intensificar e/ou transferir o problema de erosão para as praias adjacentes. Além disso, este fato constitui um conflito de uso, ou seja, a praia que é uma área destinada para recreação e lazer, pode perder esta finalidade.



Figura 9 - Imagens do timelapse do Google Earth Engine para a praia do Saco, no período de 1984 a 2016 mostrando a presença de barras emersas e submersas (delta de maré vazante) em frente à desembocadura dos rios Real/Piauí. (A) e (B) aproximação das barras arenosas submersas e acresção na praia do Saco e na ponta de Mangue Seco. (C) barras arenosas submersas tornam-se novamente visíveis (D) surgimento de feição cuspidada no norte da praia do Saco e início de erosão na ponta de Mangue Seco. (E) as barras se localizam dentro da desembocadura. (F) estabilização das barras e ressurgimento da feição cuspidada na praia do Saco. (G) as barras diminuem de tamanho e desaparecem, mas sem alteração em ambas as praias. (H) reaparecimento das barras e aparecimento do pontal arenoso na praia do Saco.

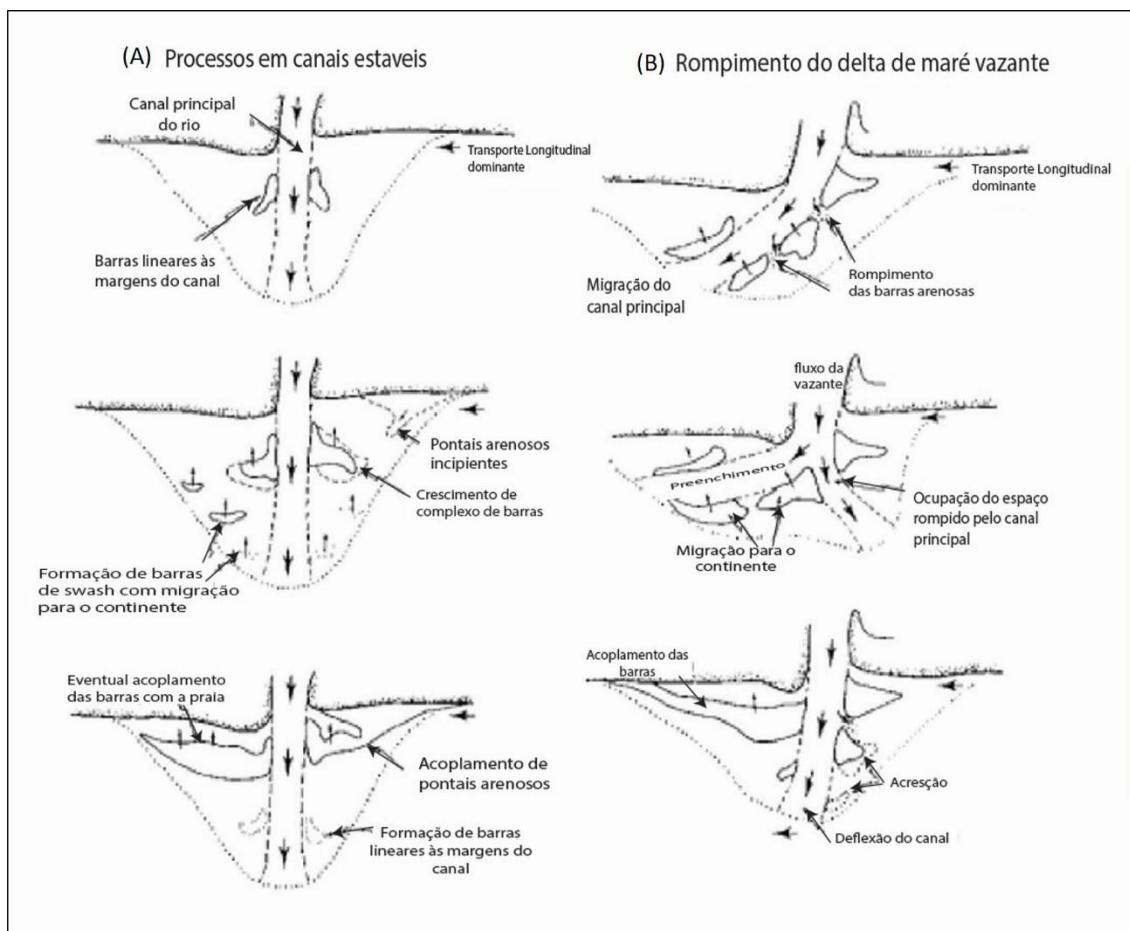


Figura 10 – Desenho esquemático mostrando os modelos de evolução e comportamento do delta de maré vazante descritos por Fitzgerald (1988). (A) Interações entre as barras emersas e submersas com a costa, em canais estáveis. (B) Modificações na costa e no canal pelo rompimento do delta de maré vazante. Fonte: Adaptado de Fitzgerald (1988). A desembocadura do rio Real/Piauí e o delta de maré vazante seguem predominantemente um modelo misto, entre os modelos mostrados em A e em B.

Os danos causados nas estruturas antrópicas e os conflitos de uso mencionados anteriormente poderiam ter sido evitados se medidas preventivas, com implementação de faixas de proteção, tivessem sido tomadas no passado.

A análise da eficiência do uso de faixas de proteção pelo método 1 (largura fixa de 33 m), se estas fossem estabelecidas em 1971, mostrou que:

- Porção sul da praia do Saco, em erosão: Esta largura de faixa não seria suficiente para a proteção das estruturas antrópicas (Figura 13 A).
- Porção norte da praia do Saco, em progradação: Esta largura de faixa poderia servir como instrumento para limitar a ocupação antrópica (Figura 13 A).
- Praia do Abaís, em acreção e estabilidade: Esta largura de faixa de proteção evitaria os danos pretéritos ocorridos nas estruturas antrópicas (Figura 13 B).
- Praia da Caueira, em erosão e estabilidade: Esta largura de faixa de proteção evitaria os danos pretéritos ocorridos nas estruturas antrópicas, exceto na porção norte dessa praia (Figura 13 C).

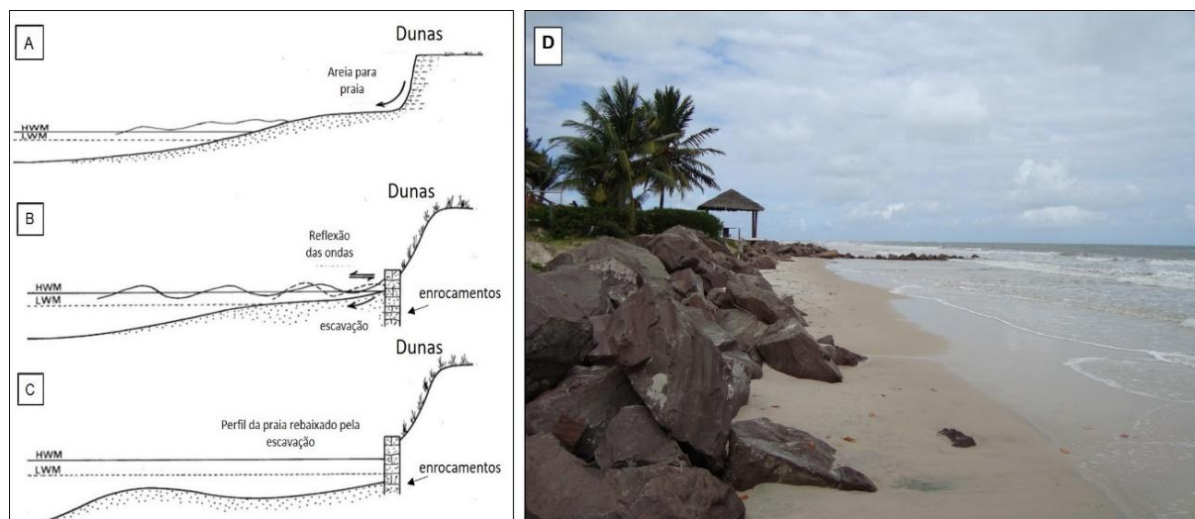


Figura 11 – Desenho esquemático do cenário de uma praia bordejada por dunas contendo estruturas de contenção (A, B e C) e fotografia de campo com enrocamentos de rochas constituídos por blocos soltos na praia do Saco em setembro de 2018 (D). As dunas constituem estoques de sedimentos para a praia em situações de erosão (A). A estabilização da linha de costa em recuo, com enrocamentos de rocha, permite que parte da energia das ondas seja absorvida e parte refletida (B). A reflexão de ondas provoca uma corrente que remove os sedimentos da sua base. A presença de estruturas de contenção impede a alimentação de sedimentos da duna para a praia. Com a ação contínua da reflexão de ondas e a remoção de sedimentos da praia ocorre o rebaixamento do nível da praia, sem permitir a sua recuperação (C). A praia pode desaparecer por completo independente do estágio da maré ou apenas na maré alta, como ocorreu em trechos da praia do Saco. A foto mostra que não existe praia seca (D). Fonte: Figura modificada de Bird (2008) e Arquivo LACMA.



Figura 12 - Trechos com enrocamento de rochas na praia da Caueira. Observe que não existe faixa de areia durante a maré alta. Fonte: Arquivo LACMA

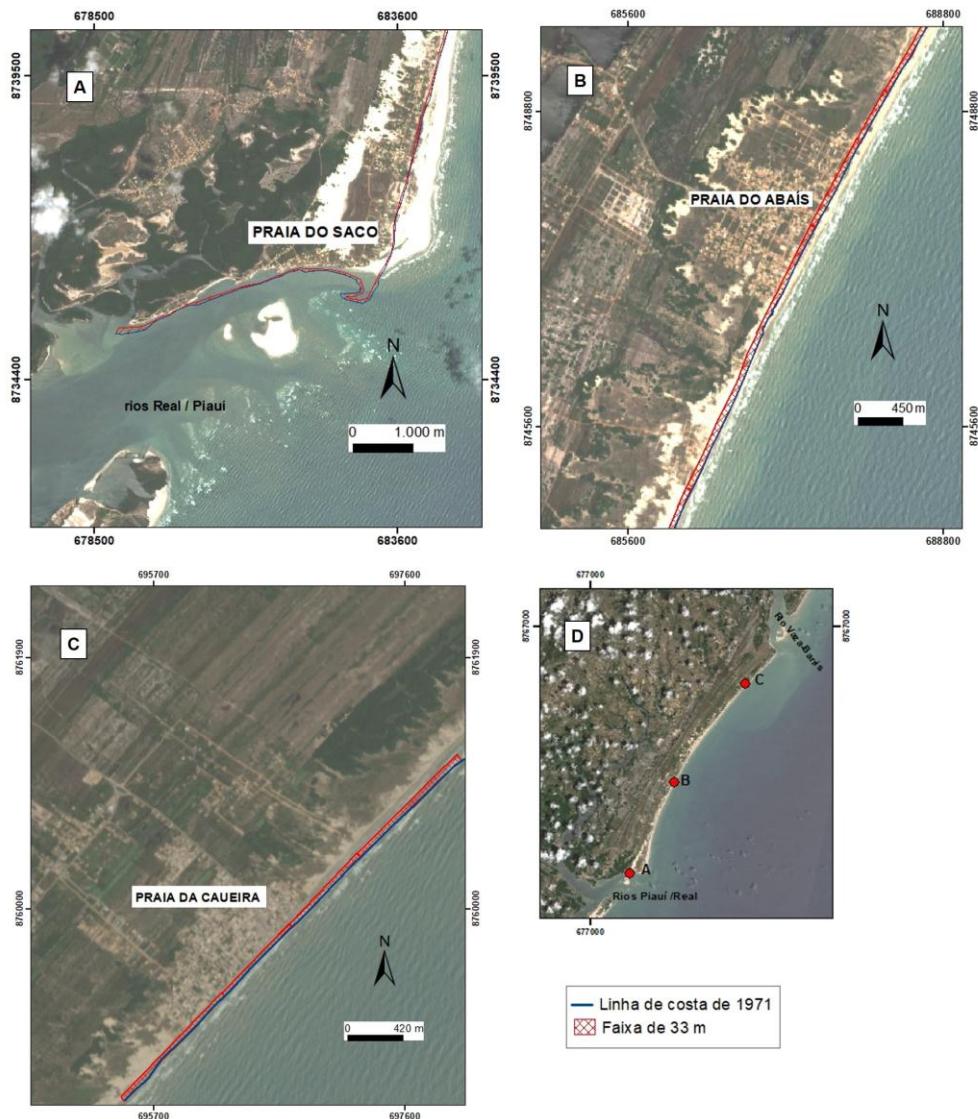


Figura 13 – Representação da faixa dos 33 metros, correspondente aos terrenos de marinha, a partir da linha de costa de 1971 nas praias do Saco (A), do Abaís (B) e da Caueira (C). Em D, encontra-se a localização dessas praias. Observe que na porção sul da praia do Saco essa largura seria insuficiente. Na porção norte da praia do Saco, praia do Abaís e na praia da Caueira, a ocupação atual cobre toda extensão da faixa.

A análise da eficiência do uso de faixas de proteção pelo método 2 (construção leve ou pesada: 30 ou 60 x taxa de variação da linha de costa), se estas fossem estabelecidas em 1971, mostrou que:

- Porção sul da praia do Saco, em erosão: Faixas nos valores de 152 (construções leves) a 304 (construções pesadas) seriam suficientes para evitar os danos ocasionados nas estruturas antrópicas (Figura 14A e 14B), à exceção da igreja (patrimônio histórico), uma vez que sua construção antecedeu 1971.
- Porção norte da praia do Saco, em progradação: Não necessita de faixa de proteção, uma que a progradação da linha de costa foi grande.
- Praia do Abaís, em acresção e estabilidade: Faixas nos valores de 3,3 (construções leves) a 6,6 (construções pesadas) seriam suficientes para evitar os danos ocasionados nas estruturas antrópicas (Figura 14C e 14D).

- Praia da Caueira, em erosão e estabilidade: Faixas nos valores de 42,9 (construções leves) a 85,8 (construções pesadas) seriam suficientes para evitar os danos ocasionados nas estruturas antrópicas, exceto na porção norte (Figura 14E e 14F).

Dessa forma, se essas faixas fossem estabelecidas em 1971 evitariam os danos socioeconômicos ocasionados pelos eventos erosivos. Por outro lado, o uso de faixas de proteção pode ter entraves no seu estabelecimento, principalmente em áreas com potencial turístico e em franca ocupação, como é o caso das praias em questão.

Segundo Sanó *et al.* (2011) e Jongejan *et al.* (2016) uma faixa de proteção muito extensa pode implicar na desvalorização econômica dos terrenos localizados à beira mar. Contudo, estas faixas devem ser consideradas, mesmo em áreas já ocupadas, a exemplo da praia do Saco, no qual devem ser evitados novas construções antrópicas, conforme orientaram Jesus (2016) e Jesus; Andrade (2018). Adicionalmente, Dominguez *et al.* (2018) consideraram que devem ser evitadas quaisquer tipos de novas construções em áreas de elevada dinamicidade, a exemplo da praia do Saco, e que devem ser criadas faixas de proteção (ou de recuo). Além disso, estas faixas podem servir como estratégias de monitoramento a médio e longo prazo, segundo o Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa - PROCOSTA (MMA, 2018).

2.5 CONCLUSÕES

O presente trabalho forneceu, de forma quantitativa e qualitativa, a análise da variação e do comportamento da linha de costa das praias do Saco, do Abaís e da Caueira, o sul do Estado de Sergipe.

O envelope de variação da linha de costa (SCE), a distância em metros entre as linhas de costa de maior recuo e a de maior avanço, foi maior na praia do Saco, refletindo sua elevada variabilidade devido à influência da dinâmica dos deltas de maré vazante e do canal fluvial. Por outro lado, as praias do Abaís e da Caueira, por situarem-se no meio do arco praial, obtiveram os menores valores médios do envelope de variação.

Os valores das taxas de variação da linha de costa foram discrepantes nas três praias investigadas. Os maiores valores ocorreram na praia do Saco (-14,8 a +13,6 m/ano), enquanto que os menores valores ocorreram nas praias do Abaís (-0,15 a + 2,02 m/ano) e da Caueira (-0,37 a -2,44 m/ano).

O comportamento da linha de costa na praia do Saco foi de erosão extrema, erosão e acreção. A erosão e a acreção predominaram na porção mais próxima (sul) e mais afastada (norte) da desembocadura dos rios Real/Piauí, respectivamente. A praia do Abaís apresentou trechos em estabilidade e acreção. A praia da Caueira mostrou comportamento de estabilidade, erosão e erosão intensa. Dessa forma, foi possível classificar os dados da taxa de variação da linha de costa da área investigada (cenário local) com base no que foi visto pelo mundo (cenário mundial). Em uma comparação com o cenário mundial, as praias do sul de Sergipe apresentaram trechos com erosão extrema, mesmo não experimentando eventos de tempestade ou elevação do nível do mar.

As estruturas antrópicas presentes nessas praias estão parcial ou totalmente danificadas decorrentes de eventos erosivos pretéritos e/ou atuais. O caso mais grave de erosão costeira ocorreu e, ainda ocorre, na praia do Saco, que apresentou trechos com erosão extrema, onde algumas edificações foram danificadas ou estão ameaçadas, a exemplo da igreja que constitui um patrimônio histórico. A praia do Saco, em alguns pontos, desaparece totalmente, mesmo na maré baixa de sizígia, ou fica exposta apenas na maré baixa. Diversas estruturas de contenção (enrocamento de rochas) para proteção de residências foram instaladas e, mesmo assim, o cenário continua preocupante.

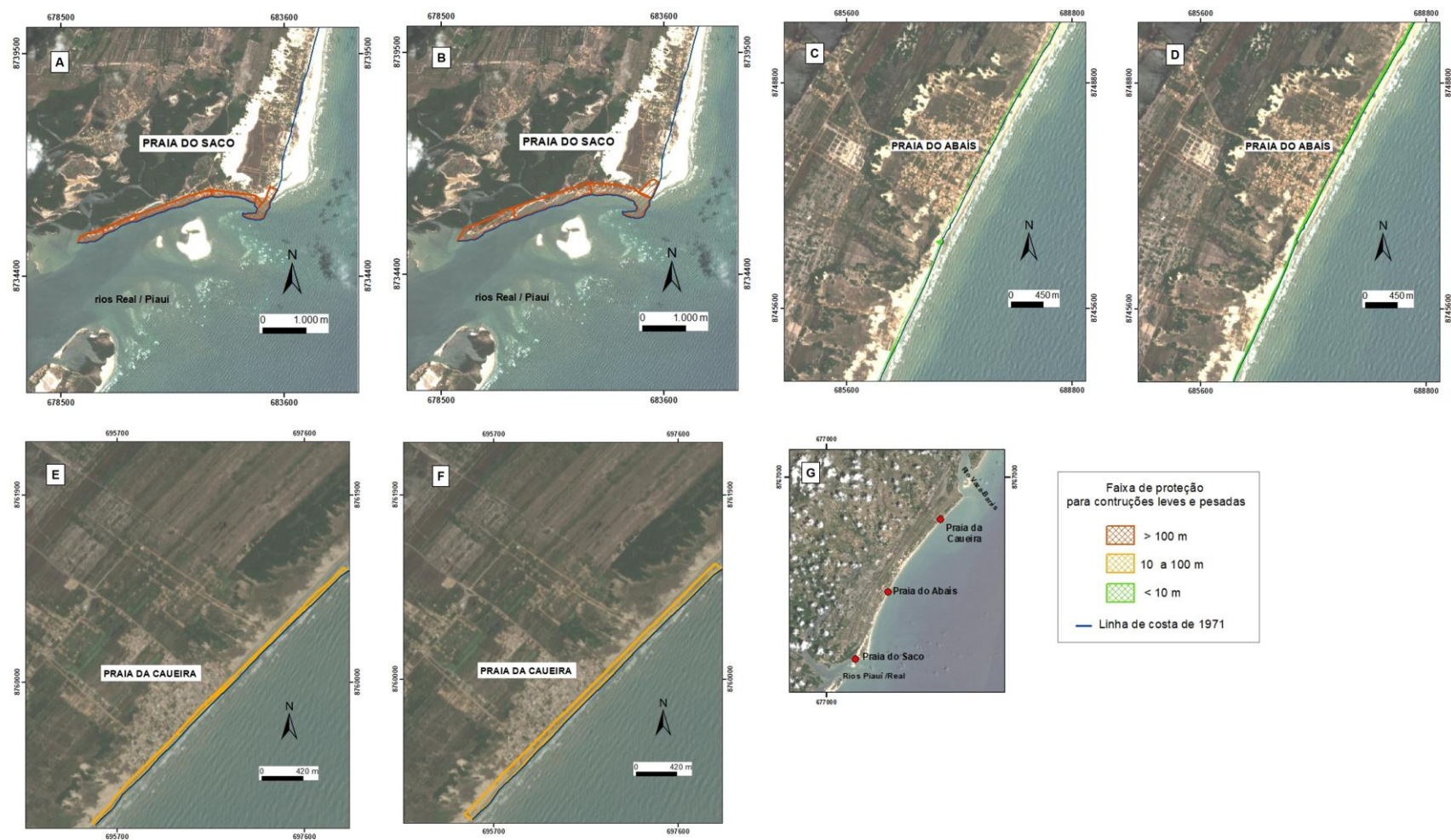


Figura 14 – Faixas de proteção para construções leves e pesadas com base no método aplicado no Estado da Carolina do Norte, EUA. Praia do Saco: construção leve (A) e construção pesada (B); Praia do Abaís: construção leve (C) e construção pesada (D) e Praia da Caueira: construção leve (E) e construção pesada (F). Em G, encontra-se a localização dessas praias.

A análise conjunta da morfologia dos deltas de maré vazante e das linhas de costa corroborou a existência de influência da dinâmica do delta na configuração da linha de costa da praia do Saco e mostrou predominantemente características mistas dos modelos rompimento do delta de maré vazante e processos de canais estáveis.

A faixa de proteção, de 33 m (método 1), colocada na linha de costa de 1971, não teria evitado os danos causados nas estruturas antrópicas da praia do Saco (porção sul). Se as faixas de proteção (método 2), com larguras de 150 a 304 m, tivessem sido implementadas na praia do Saco em 1971, muitos dos danos às estruturas antrópicas teriam sido evitados. Por outro lado, em função da pouca variação da linha de costa nas praias do Abaís e da Caueira, o método 1, com largura fixa de 33 m, teria evitado os danos causados nas estruturas antrópicas. O método 2, que utiliza os valores de taxa de variação da linha de costa, obteve valores bem inferiores à 33 m na praia do Abaís. Para a praia da Caueira, o valor foi superior à 33 m, o que mostra que não teria sido eficaz.

Para trabalhos futuros, recomenda-se avaliar e utilizar outros métodos de faixas de proteção que apresentam variáveis importantes, de médio a longo prazo, frente às mudanças climáticas previstas pelo IPCC (elevação do nível do mar, aumento e intensificação de tempestades, entre outros) utilizando a linha de costa mais recente. Cenários futuros (25, 50 ou 100 anos) poderiam ser gerados. Dessa forma, métodos alternativos, a exemplo das faixas de proteção, devem ser considerados.

As causas naturais e antrópicas da acreção e erosão costeira estão sempre relacionadas com o balanço sedimentar, positivo e negativo, respectivamente. O balanço sedimentar negativo na área investigada foi associado à dinâmica do delta de maré vazante e reflexão de ondas em estruturas de contenção.

Os cenários apresentados nesse trabalho podem se modificar no tempo e no espaço. Caso as projeções de elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas globais se concretizem, poderá haver mudanças nas taxas e nos comportamentos apresentados pela linha de costa neste trabalho. Por isso, o monitoramento contínuo é importante, com a atualização constante dos dados. Dessa forma, os dados apresentados nesse trabalho servem de subsídios ao planejamento ambiental.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem: aos professores doutores Daniela Apoluceno, Luiz Vedana e Wagner Souza-Lima pela revisão desse manuscrito, ao Laboratório de Petrologia Aplicada a Pesquisa Mineral (LAPA) por disponibilizar a licença do programa ArcGIS 10.2, à Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia de Sergipe-SEPLANTEC por disponibilizar as fotografias aéreas de 1971 e de 2004, e ao Ministério do Meio Ambiente por disponibilizar as imagens *Rapideye* de 2013.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DO GOVERNO DE SERGIPE. Defesa civil alinha ações preventivas na praia do Saco com a prefeitura de Estância. Disponível em: <<http://agencia.se.gov.br/noticias/inclusao-social/defesa-civil-alinha-acoes-preventivas-na-praia-do-saco-com-prefeitura-de-estancia>> acessado em 06 jun. 2018

ANGULO R. J. (1993). Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. In: ÂNGULO, R. J. (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro-Paraná**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: p.347-400.

AZEVEDO, I.F; CARVALHO, B.C; GUERRA, J.V. Utilização de imagens de satélite Landsat para análise da variabilidade morfológica de pontais arenosos na planície costeira de Caravelas (NE do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, p. 695-709, 2016. DOI: 10.20502/rbg.v17i4.843.

BIJLSMA, L. Climate change and the management of coastal resources. **Climate Research**, v. 9, n. 29, p. 47-56, 1997. DOI

BIRD, E. **Coastal geomorphology: an introduction**. New York: John Wiley& Sons, 2008. 434p.

BITTENCOURT, A.C.S.P; MARTIN, L; DOMINGUEZ, J.M.L; FERREIRA, Y.A. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 2, n. 13, p. 93-97, 1983.

BITTENCOURT, A.C.S.P; DOMINGUEZ, J.M.L; OLIVEIRA, M.B. (2006). Erosão e progradação do litoral brasileiro-Sergipe. In D. MUEHE (org.) **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: p.213-218.

BOAK, E.H; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4. p. 688-703. 2005. DOI: 10.2112/03-0071.1.

CPSE (CAPITANIA DOS PORTOS DE SERGIPE), MARINHA DO BRASIL 2018. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>> acessado em: 09 fev.2018.

CHAABAN, F; DARWISHE, H; BATTIAU-QUENEY, Y; LOUCHE, B; MASSON, E; EL KHATTABI, J; CARLIER, E. Using ArcGIS Modelbuilder and aerial photographs to measure coastline retreat and advance: North of France. **Journal of Coastal Research**, v. 28, n. 6, p. 1567-1579, 2012. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-11.00054.1

CROWELL, M; LEATHERMAN, S.P; BUCKEY, M, K. Shoreline change rate analysis: long term versus short-term data. **Shore and Beach**, v. 61, n.1, p. 13-20, 1993.

DOLAN, R; FENSTER, M.S; HOLME, S.J. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. **Journal of Coastal Research**, v. 3, n. 7, p. 723-744, 1991. DOI:10.1130/0091-7613

DOMINGUEZ, J.M.L; BITTENCOURT, A.C.S.P; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das Planícies Costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 4, n. 13. p. 98-105, 1983.

DOMINGUEZ, J.M.L; BITTENCOURT, A.C.S.P. Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 3, n. 74. p. 505-518, 1996.

DOMINGUEZ, J.M.L. The coastal zone of Brazil: an overview. **Journal of Coastal Research**, SI. p. 16-20, 2006.

DOMINGUEZ, J.M.L. The coastal zone of Brazil (2009). In DILLENBURG.S; HESP.P (org.) **Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil, Lecture Notes in Earth Sciences**. Springer, Berlin: p. 17-51.

DOMINGUEZ, J.M.L; BITTENCOURT, A.C.S.P; SANTOS, A.N; NASCIMENTO, L. The Sandy beaches of the states of Sergipe-Alagoas (2016) In SHORT, A.D; KLEIN, H.F. A (org). **Brazilian Beach Systems**. Springer, Berlin: p. 281-305.

DOMINGUEZ, J.M.L; GUIMARÃES, J.K; BITTENCOURT, A.C.S.P. Alagoas, Sergipe e Bahia (2018). In MUEHE. D (org.) **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: p. 341-432.

- FERREIRA, O; GARCIA, T; MATIAS, A; TABORDA, R; DIAS, J.A. An integrated method for the determination of set-backlines for coastal erosion hazards on Sandy shores. **Continental Shelf Research**, v. 1, n. 26, p. 1030-1044, 2006. DOI: 10.1016/j.csr.2005.12.016
- FITZGERALD, D.M. Interactions between the ebb-tidal-delta and landward shoreline price inlet, South Carolina. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 4, n. 54, p. 1303-1318, 1984. DOI: 10.1306/212F85C6-2B24-11D7-8648000102C1865D
- FITZGERALD, D.M. (1988). Shoreline erosional-depositional processes associated with tidal inlets. In AUBREY, D.G; WEISHAR, L. (org). **Hydrodynamics and Sediment Dynamics of Tidal Inlets**. Springer-Verlag, New York: p. 186-225.
- FITZGERALD, D.M; DAVIS Jr, R. A. **Beachs and coasts**. First ed. Oxford: Blackwell Publishing. 2009. 419p.
- FLETCHER, C; ROONEY, J; BARBEE, M; LIM, S.C; RICHMOND, B. Mapping shoreline change using digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. **Journal of Coastal Research**, SI, n. 38, p. 106-124, 2003.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. Terceira ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. 97p.
- FORD, M. Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje attol, Marshall Islands. **Remote Sensing of Environment**, v. 2, n. 135, p. 130-140, 2013. DOI: 10.1016/j.rse.2013.03.027.
- FOSTER, E.R.; SAVAGE, R.J. (1989). Methods of historical shoreline analysis. In MAGOON, O.T; CONVERSE, H.; MINER, D; TOBIN, L.T; CLARK, D (org). **Coastal Zone 1989**. American Society of Civil Engineers press. New York: p. 4434-4448.
- FREITAS, M. A. P. **Zona costeira e meio ambiente: aspectos jurídicos**. Quinta Reimpressão. Curitiba: Juruá Editora, 2011. 231p.
- GALGANO, F.A; DOUGLAS, B.C. Shoreline position prediction: method sand erros. **Environmental Geosciences**, v. 7, n.1, p. 23-31, 2000. DOI: 10.1046/j.1526-0984.2000.71006.x
- GORELICK, N; HANCHER, M; DIXON, M; ILYUSHCHENKO, S; THAU, D; MOORE, R. Google earth engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, n. 1, v. 202. p. 18-27, 2017. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031
- HAYES, M.O; GOLDSMITH, V; HOBBS, C.H. Offset coastal inlets. **Coastal Engineering Proceeding**, v. 12, n. 12. p. 1187-1200, 1970. DOI:10.1061/9780872620285.075
- HAPKE, C.J; REID, D; RICHMOND, B. Rates and trends of coastal change in California an the regional behavior of the beach and cliff system. **Journal of Coastal Research**, v. 25, n. 3, p. 603-615, 2009. DOI: 10.2112/08-1006.1
- HARRISON, S.R; BRYAN, K.R; MULLARNEY, J.C. Observations of morphological change a ebb-tidal delta. **Marine Geology**, v. 385, n. 2, p. 131-145, 2016. DOI: 10.1016/j.margeo.2016.12.010
- HOANG, V. C; THANH, T. M; VIET, T. N; TANAKA, H. Shoreline change at the Da Rang river mouth, Vietnam. In: 5° International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC2015), 11, 2015, Omam. **Annals...**, Omam. 2015. p. 312-318. ISBN: 9789996905957.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018). **Climate change 2018: the physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel**. Cambridge University Press. 243p.

JESUS, L.V. **Dinâmica das praias (Artista e Atalaia) e da linha de costa contígua a desembocadura do rio Sergipe, Aracaju, Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2016. 98p

JESUS, L.V; ANDRADE, A.C.S. Taxas de variação da linha de costa e faixas de proteção nas áreas contíguas à desembocadura do rio Sergipe, Aracaju, Sergipe. **Pesquisa em Geociências**, v. 45, p. 1-17, 2018. DOI: 10.22456/1807-9806.91389

JONGEJAN, R; RANASINGHE, R; WAINWRIGHT, D; CALLAGHAN, D; REYNS, J. Drawing the line on coastline recession risk. **Ocean & Coastal Management**, n. 122, p. 87-94, 2016. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2016.01.006

JONAH, F.E; BOATENG, I; OSMAN, A. SHIMBA, M.J; MENSAH, E.A; ADU-BOAHEN; CHUKU, E.O; EFFAH, E. Shoreline change analysis using end point rate and net shoreline movement statistics: an application to Elmina, Cape Coast and Moree section of Ghana's coast. **Regional Studies in Marine Science**, v. 7, n. 9, p. 19-31, 2016. DOI: 10.1016/j.rsma.2016.05.003

KOMAR, P. D; MARRA, J.J; ALLAN, J.C. Coastal-erosion processes and assessments of setback distances. **Coastal Engineering Proceedings**, V. 28, n. 28, p. 808-822, 2002.

KULELI, T. Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean coast in Turkey. **Environ Monit Assess**, v. 1, n. 4, p. 387-397, 2010. DOI: 10.1007/s10661-009-1057-8.

LINHAM, M. M; NICHOLLS, R.J. **Technologies for climate change adaptation: coastal erosion and flooding**. Tenth ed. Roskilde: UNEP. 2010. 166p.

LUIJENDIJK, A; HAGENAARS, G; RANASINGHE, R, BAART, F; GENNADII, D; ARNINKHOF, S. The state of the world's beaches. **Scientific Reports-Nature**, v. 8, n. 6641, p. 1-11, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-24630-6

MAIO, C.V., GONTZ, A.M., TENENBAUM, D.E., BEKLAND, E.P. Costal hazard vulnerability assessment of sensitive historical sites on Rainsford Island, Boston harbor, Massachusetts. **Journal of Coastal Research**, v. 1, n. 28, p. 20-33, 2012 DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00104.1

MAHAPTRA, M; RATHEESH, R; RAJAWAT, A.S. Shoreline change analysis along the coast of South Gujarat, India, using digital shoreline analysis system. **Indian Soc Remote Sens**, v. 4, n. 42, p. 869-876, 2014. DOI: 10.1007/s12524-013-0334-8

MAZZER, A.M; DILLENBURG, S; SOUZA, C.R.G. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Pesquisa em Geociências**, v. 38, n. 2, p. 278-294, 2008. DOI: 10.25249/0375-7536.2008382278294

MAZZER, A.M; DILLENBURG, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. **Pesquisa em Geociências**, v. 36, n. 1, p. 117-135, 2009. DOI: 10.22456/1807-9806.17880

MENESES, P.R; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Primeira edição. Brasília: UnB, 2012. 276p.

MMA (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE) (2018). **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa - PROCOSTA**. Ministério do Meio Ambiente. 34p.

MUEHE D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites de orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2001.

OLIVEIRA, M.B. **Caracterização integrada da linha de costa do Estado de Sergipe – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2003. 102 p.

OLIVEIRA, L.S. **Evolução da paisagem costeira da zona de expansão de Aracaju/SE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Núcleo de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2012. 159 p.

OERTEL, G. Sediment transport of estuary entrance shoals and the formation of swash platforms. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 42, n. 4, p. 857-863, 1972.

OYEDOTUN, T.D.T. Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis. **Geomorphological Techniques-British Society for Geomorphology**, v. 2, p. 3-12. 2014.

PAJAK, M.J; LEATHERMAN, S. The high-waterline as shoreline indicator. **Journal of Coastal Research**, v. 18, n. 2, p.329-337, 2002.

PALMER, B.J; VAN DER ELST, R; MACKAY, F; MATHER, A. A; SMITH, A.M; BUNDY, S. C; THACKERAY, Z; LEUCI, R; PARAK, O. Preliminary coastal vulnerability assessment for KwaZulu-Natal. South Africa. **Journal of Coastal Research**. v. 65, n. SI, p.1390-1395, 2011.

PIANCA, C; MAZINNI, P.L.F; SIEGLE, E. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 1, n. 58, p. 53-70, 2010. DOI: 10.1590/S1679-87592010000100006.

REDAÇÃO PORTAL A8. Ventos fortes e mar agitado provocam prejuízos na praia da Caueira. Disponível em: <https://a8se.com/sergipe/noticia/2010/08/13073.html>. Acessado em: 20. Jun. 2010.

RODRIGUES T.K. **Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2008.79p.

RODRIGUES, T.K. **Impacto das mudanças climáticas na zona costeira do município de Aracaju-SE: estudo de caso utilizando o SMC (Sistema de Modelagem Costeira)**. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2014. 144p.

SABATIER, F; SAMAT, O; BRUNEL, C; HEURTEFEUX, H; SABATIER-DELANGHE, D. Determination of setback lines on eroding coasts. Example of the beaches of the Gulf of Lions (French Mediterranean Coast). **J Coast Conserv**, v. 3, n. 13, p. 57-64, 2009. DOI: 10.1007/s11852-009-0062-y.

SANÓ, M; JIMÉNEZ, J.A; MEDINA, R; STANICA, A; SANCHEZ-ARCILLA, A; TRUMBIC, I. The role of coastal setback in the context of coastal erosion and climate change. **Ocean and Coastal Management**, v.3, n. 54, p. 943-950, 2011. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.06.008

SEMARH (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS) (2016). **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Disponível em < https://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/?page_id=486> acessado em: 10 abr.2018

SHEEJA, P.S; AJAY GOKUL, A. J. Application of Digital Shoreline Analysis System in coastal erosion assessment. International. **Journal of Engineering Science and Computing**, v. 6, n. 6, p. 7876-7883, 2016. DOI: 10.4010/2016.184.

SHOSHANY, M; DEGANI, A. Shoreline detection by image processing of aerial photography. **Journal of Coastal Research**, v. 8, n. 1, p. 29-34, 1992.

SIMPSON, M.C; MERCER CLARKE, C.S.L; CLARKE, J.D; SCOTT, D. CLARKE, A.J. (2012). **Costal setbacks in Latin American and Caribbean: a study of emerging issues and trends that inform guidelines for coastal planning and development**. Inter-American Development Bank n°. 175p.

THIELER, E. R; HIMMELSTOSS, E.A; ZICHICHI, J.L; ERGUL, A. (2009). **The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change**. US Geological Survey Report n° 2008-1278, 79p.

TRAINI, C; SCHROTTKE, K; STRATTEGGER, K. DOMINGUEZ, J.M.L, GUIMARÃES, J.K; VITAL, H. BESERRA, D. D; SILVA, A.G.A. Morphology of subaqueous dunes at mouth of the dammed river São Francisco (Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. 6, n. 28, p. 1580-1590, 2012. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00195

WEELE, G.V; BREETZKE, T; KAMISH, R. (2014). **Coastal management/setback lines for the West Coast District**. Western Cape Department of Environmental Affairs & Development Planning n° 00333. 33-35p.

CAPÍTULO III:

Considerações finais

A quantificação da variação da linha de costa mostrada nessa dissertação permitiu avaliar e identificar o comportamento (erosão, acresção ou estabilidade) de três praias do sul de Sergipe: Saco, Abaís e Caueira. Com isso, foi possível comparar os resultados obtidos com o cenário de erosão mostrado na literatura nacional e internacional. A praia do Saco apresentou taxas de variação da linha de costa superiores às demais praias investigadas e àquelas mencionadas na maioria das bibliografias consultadas. No entanto, os dados de taxa de variação da praia do Saco foram semelhantes aos dados apresentados em praias contíguas a estuários de rios, principalmente, sob influência de feições de acumulação do tipo deltas de maré vazante.

As causas da erosão e acresção nestas praias estão relacionadas ao balanço sedimentar negativo. Os fatores que controlam a dispersão dos sedimentos ao longo da costa estão associados à incidência das ondas e deriva litorânea de sedimentos, descarga fluvial, correntes de marés, entre outros. Nas áreas de desembocadura fluvial, esta dispersão tem influência dos deltas de maré vazante. Adicionalmente, estruturas de proteção costeira podem contribuir para a desestabilização da linha de costa, seja como anteparo à deriva litorânea, seja pelo trapeamento dos sedimentos provenientes das dunas que alimentam as praias. Com isto podem ocorrer conflitos de uso, com desaparecimento total ou parcial da faixa de areia destinada à recreação e lazer, a exemplo de trechos das praias do Saco e da Caueira.

De acordo com a “simulação” realizada nessa dissertação (a partir da linha de costa de 1971), as faixas de proteção estabelecidas pelo método 2, que utiliza a taxa de variação da linha de costa de cada praia, se adequaria melhor para evitar os danos causados nas estruturas antrópicas da praia do Saco e parcialmente na praia da Caueira. O método 2, que utilizou os valores de taxa de variação da linha de costa, obteve valores bem inferiores à 33 m na praia do Abaís. Entretanto, podem haver dificuldades na implementação dessas faixas onde as estruturas antrópicas não possam ser remanejadas. Porém, mesmo assim, as faixas devem ser recomendadas para evitar novas construções antrópicas.

Os cenários apresentados nesse trabalho podem se modificar no tempo e no espaço. Caso as projeções de elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas globais se concretizem, poderá haver mudanças nas taxas e nos comportamentos apresentados pela linha de costa neste trabalho. Por isso, o monitoramento contínuo é importante, com a atualização constante dos dados. Dessa forma, os dados apresentados nesse trabalho, assim como a metodologia empregada, podem servir de base para trabalhos dessa temática em outras praias com morfologias e processos semelhantes. Os dados apresentados nesse trabalho servem de subsídios ao planejamento ambiental.

ANEXO I:
Diretrizes para submissão do artigo



Capa > Sobre a Revista > Submissões

Submissões

- [Submissões Online](#)
- [Instruções para Autores](#)
- [Indicação de Direção Autoral](#)
- [Política de Privacidade](#)

Submissões Online

Já possui um nome de utilizador/senha de acesso à revista Revista Brasileira de Geomorfologia?

[ACESSO](#)

Não tem nome de utilizador/senha?

[REGISTO DE UTILIZADORES](#)

O registo no sistema e posterior acesso ou autenticação são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso.

Instruções para Autores

O artigo deverá ter o seu texto em espaço simples usando a fonte Times New Roman de 12-pontos. As figuras e tabelas deverão ser indicadas ao longo do texto e inseridas no final do texto. A identificação do(s) autor(es) deverá ser feita num arquivo a parte em word, inserido como arquivo complementar, com o título do trabalho em português e em inglês, seguido do nome(s) e endereço completo do(s) autor(es). As figuras e tabelas também deverão ser inseridas como arquivos complementares com o nome referido no texto (Ex. figura1.jpg) na extensão ".tif" ou ".jpg" com largura máxima de 175mm e altura máxima de 230mm, com resolução de 300dpi. Para citações no texto do artigo, utilizar as normas da ABNT, sendo sobrenome e ano. Em caso de três autores ou mais, utilizar "et al". Observa-se que, para cada citação deverá haver sua referência bibliográfica ao final do artigo seguindo rigorosamente as normas da ABNT, com o nome de todos os autores, sem "et al".

Condições para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.
2. Os arquivos para submissão deverão estar em formato Microsoft Word ou OpenOffice. Estes arquivos deverão ter no máximo 10MB. Caso não consiga anexar o arquivo do artigo no documento principal, por favor, encaminhar email para a revista pedindo auxílio.
3. Língua: A língua oficial da revista é o português, aceitando-se artigos em espanhol e inglês.
4. O texto está em espaço simples; usa a fonte Times New Roman de 12-pontos; as figuras e tabelas deverão estar inseridas no final do texto e indicadas onde devem ser inseridas ao longo do texto.
5. Os autores deverão encaminhar o artigo sem qualquer possível identificação para que seja possível garantirmos a avaliação às cegas pelos revisores.
6. Deverão ser entregues, pelo ao menos, dois arquivos do Word. O primeiro, de nome "trabalho_texto" que deverá ser anexado como o arquivo do artigo, deverá conter apenas título em português, título em inglês, resumo, três palavras-chaves, abstract, três keywords. O segundo de nome "trabalho_capa", que deverá ser anexado em arquivos complementares, constando apenas o título em português, seguido do título em inglês; logo abaixo o nome completo de cada autor com afiliações e seus endereços completos e os emails.
7. O resumo e o abstract não deverão ultrapassar o máximo de 500 palavras. O resumo deverá ser escrito em português e em inglês. O texto do artigo não deverá exceder 8000 palavras, com uma média de 10 páginas no formato A4 e margens 2,5cm.
8. O autor correspondente é obrigado a cadastrar todos os autores do artigo (no sistema da revista) com seus respectivos vínculos institucionais no processo de submissão do artigo.
9. É de inteira responsabilidade do(s) autor(es) o conteúdo do artigo submetido.
10. Os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesse, incluindo interesses políticos e/ou financeiros associados a patentes ou propriedade, provisão de materiais e/ou insumos e equipamentos utilizados no estudo pelos fabricantes.
11. Os autores devem declarar todas as fontes de financiamento ou suporte, institucional ou privado, para a realização do estudo.
12. No caso de estudos realizados sem recursos financeiros institucionais e/ou privados, os autores devem declarar que a pesquisa não recebeu financiamento para a sua realização.
13. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Instruções para os Autores, na seção Sobre a Revista. As referências bibliográficas devem ser apresentadas ao final do trabalho, em ordem alfabética do último sobrenome do autor, seguindo o padrão abaixo:

Para artigo científico:

ARATTANO, M.; FRANZI, L. On the evaluation of debris flows dynamics by means of mathematical models. *Natural Hazards and Earth System Science*, v. 3, n. 6, p. 539-544, 2003. DOI: 10.5194/nhess-3-539-2003

Para livro:

HUGGET, R. J. *Fundamentals of Geomorphology*. Second ed. London: Taylor and Francis, 2007. 458p.

Para capítulo de livro:

CASTRO, S. S. (1999). Micromorfologia de Solos Aplicada ao Diagnóstico de Erosão. In GUERRA, A. I. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.) *Erosão e Conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: p. 127-163.

Para trabalhos em anais de eventos:

NOVO, E. M. L. N.; BARBOSA, C. C. F.; FREITAS, R. M.; MELACK, J.; SHIMABUKURO, Y. E.; PEREIRA FILHO, W. Distribuição sazonal de fitoplâncton no Lago Grande de Curui em resposta ao pulso de inundação do Rio Amazonas a partir de análise de imagem MODIS. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3175-3182. ISBN 85-17-00018-8.

Para dissertações e/ou teses:

DOS SANTOS, V.C. *Ambientes de confluência no contexto da rede de drenagem: Exemplo da bacia hidrográfica do rio Ivaí - Estado do Paraná*. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015. 458p.

Para relatório técnico, manual:

USUÁRIO

Login

Senha

☐ Lembrar usuário

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos

Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por Título](#)

TAMANHO DE FONTE

[Ajuda do sistema](#)

IDIOMA

Selecione o idioma

Português (Brasil)

REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

O artigo deverá ter o seu texto em espaço simples usando a fonte Times New Roman de 12-pontos. As figuras e tabelas deverão ser indicadas ao longo do texto e inseridas no final do texto. A identificação do(s) autor(es) deverá ser feita num arquivo a parte em word, inserido como arquivo complementar, com o título do trabalho em português e em inglês, seguido do nome(s) e endereço completo do(s) autor(es).

“As figuras e tabelas também deverão ser inseridas como arquivos complementares com o nome referido no texto (Ex. figura1.jpg) na extensão “.tif” ou “.jpg” com largura máxima de 175mm e altura máxima de 230mm, com resolução de 300dpi. Para citações no texto do artigo, utilizar as normas da ABNT, sendo sobrenome e ano. Em caso de três autores ou mais, utilizar “et al”.

Observa-se que, para cada citação deverá haver sua referência bibliográfica ao final do artigo seguindo rigorosamente as normas da ABNT, com o nome de todos os autores, sem “et al”.

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.
2. Os arquivos para submissão deverão estar em formato Microsoft Word ou OpenOffice. Estes arquivos deverão ter no máximo 10MB. Caso não consiga anexar o arquivo do artigo no documento principal, por favor, encaminhar email para a revista pedindo auxílio.
3. Língua: A língua oficial da revista é o português, aceitando-se artigos em espanhol e inglês.
4. O texto está em espaço simples; usa a fonte Times New Roman de 12-pontos; as figuras e tabelas deverão estar inseridas no final do texto e indicadas onde devem ser inseridas ao longo do texto.
5. Os autores deverão encaminhar o artigo sem qualquer possível identificação para que seja possível garantirmos a avaliação às cegas pelos revisores.
6. Deverão ser entregues, pelo ao menos, dois arquivos do Word. O primeiro, de nome “trabalho_texto” que deverá ser anexado como o arquivo do artigo, deverá conter apenas título em português, título em inglês, resumo, três palavras chaves, abstract, três keywords. O segundo de nome “trabalho_capa”, que deverá ser anexado em arquivos complementares, constando apenas o título em português, seguido do título em inglês; logo abaixo o nome completo de cada autor com afiliações e seus endereços completos e os emails.
7. O resumo e o abstract não deverão ultrapassar o máximo de 500 palavras. O resumo deverá ser escrito em português e em inglês. O texto do artigo não deverá exceder 8000 palavras, com uma média de 10 páginas no formato A4 e margens 2,5cm.

8. O autor correspondente é obrigado a cadastrar todos os autores do artigo (no sistema da revista) com seus respectivos vínculos institucionais no processo de submissão do artigo.
9. É de inteira responsabilidade do(s) autor(es) o conteúdo do artigo submetido.
10. Os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesse, incluindo interesses políticos e/ou financeiros associados a patentes ou propriedade, provisão de materiais e/ou insumos e equipamentos utilizados no estudo pelos fabricantes.
11. Os autores devem declarar todas as fontes de financiamento ou suporte, institucional ou privado, para a realização do estudo.
12. No caso de estudos realizados sem recursos financeiros institucionais e/ou privados, os autores devem declarar que a pesquisa não recebeu financiamento para a sua realização.
13. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Instruções para os Autores, na seção Sobre a Revista. As referências bibliográficas devem ser apresentadas ao final do trabalho, em ordem alfabética do último sobrenome do autor, seguindo o padrão abaixo:

Para artigo científico:

ARATTANO, M.; FRANZI, L. On the evaluation of debris flows dynamics by means of mathematical models. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 3, n. 6, p. 539–544, 2003. DOI: 10.5194/nhess-3-539-2003

Para livro:

HUGGET, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. Second ed. London: Taylor and Francis, 2007. 458p.

Para capítulo de livro:

CASTRO, S. S. (1999). Micromorfologia de Solos Aplicada ao Diagnóstico de Erosão. In GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.) **Erosão e Conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: p. 127-163.

Para trabalhos em anais de eventos:

NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C. F.; FREITAS, R. M.; MELACK, J.; SHIMABUKURO, Y. E.; PEREIRA FILHO, W. Distribuição sazonal de fitoplâncton no Lago Grande de Curuai em resposta ao pulso de inundação do Rio Amazonas a partir da análise de imagens MODIS. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE. 2005. p. 3175-3182. ISBN 85-17-00018-8.

Para dissertações e/ou teses:

DOS SANTOS, V.C. **Ambientes de confluência no contexto da rede de drenagem: Exemplo da bacia hidrográfica do rio Ivaí – Estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2015. 458p.

Para relatório técnico, manual:

IPT (1991) **Ocupação de encostas**. Publicação IPT nº 1831, 216p.

As URLs deverão ser citadas no final das referências com o link completo e data de acesso.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Autor(es) conservam os direitos de autor e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution que permite a partilha do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

Endereço para Correspondência

Roberto Verdum
Av. Bento Gonçalves, 9500
Departamento de Geografia
Instituto de Geociências/UFRGS
Prédio 43136 - sala 216 Bairro Agronomia
CEP: 91509-900 - Porto Alegre-RS

G) CONTATO

Prof. Dr. Roberto Verdum (UFRGS)
e-mail: 00006247@ufrgs.br

Prof. Dr. Ricardo Tavares Zaidan (UFJF)
e-mail: ricardo.zaidan@ufjf.edu.br

ANEXO II:
Comprovante da submissão do artigo

De: Roberto Arnaldo Trancoso Gomes <robertogomes@unb.br>

Enviado: quarta-feira, 15 de maio de 2019 22:16

Para: Você João Paulo da Silva Santos

Assunto: [RBG] Agradecimento pela submissão

Você João Paulo da Silva Santos,

Agradecemos a submissão do trabalho "LINHA DE COSTA E FAIXAS DE PROTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAÍS E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE" para a revista Revista Brasileira de Geomorfologia.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão:

<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/author/submission/1676>

Login: jpaulosantos5

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Editores da Revista Brasileira de Geomorfologia

Revista Brasileira de Geomorfologia

<http://www.lsie.unb.br/rbg>

...

[Mensagem cortada] [Exibir toda a mensagem](#)




[CAPA](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [ACTUAL](#) [ANTERIORES](#) [NOTÍCIAS](#)

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #1676 > **Resumo**

#1676 Sinopse

[RESUMO](#) [AVALIAÇÃO](#) [EDIÇÃO](#)

Submissão

Autores	João Paulo da Silva Santos, Ana Cláudia da Silva Andrade, Paulo Sérgio de Rezende Nascimento, Vanessa Rodrigues Correia da Silva, Laisa Peixoto Ramos	
Título	LINHA DE COSTA E FAIXAS DE PROTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAIS E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE	
Documento original	1676-386388580-2-SM.DOCX	2019-05-15
Docs. Sup.	Nenhum(a)	INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR
Submetido por	Senhor João Paulo da Silva Santos 	
Data de submissão	maio 15, 2019 - 09:16	
Secção	Artigos	
Editor	Nenhum(a) designado(a)	

Situação

Situação	Aguardando designação
Iniciado	2019-05-15
Última alteração	2019-05-15

USUÁRIO

Logado como:

jpaulosantos5

- [Perfil](#)
- [Sair do sistema](#)

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos ▼

Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por título](#)

AUTOR

Submissões

- [Activo \(1\)](#)
- [Arquivo \(0\)](#)
- [Nova submissão](#)

TAMANHO DE FONTE

ANEXO III:
Justificativa de coautoria

Em acordo à resolução 01/2018 do colegiado do PGAB, segue a justificativa da participação do coautor no artigo aqui proposto (outro autor além do aluno do programa e seu orientador):

Vanessa Rodrigues Correia da Silva: A Coautora foi responsável pela instalação e uso da extensão *Digital Shoreline Analysis System*, a qual foi fundamental para a realização desse trabalho. Além disso, a coautora participou e colaborou na discussão dos procedimentos, métodos estatísticos e resultados estatísticos obtidos nessa pesquisa.

Laísa Peixoto Ramos: A Coautora realizou trabalhos em conjunto com o autor na mesma área de estudo, contribuindo no trabalho de campo, no uso dos programas, e na revisão final do texto e das figuras dessa dissertação.